

Paris 1979

THESE

pour le

DOCTORAT DE 3^e CYCLE

(psychologie)

Présentée par Jean-Paul MIGEON

Soutenue le 5 janvier 1979

LE TRANSFERT
DANS LES TÂCHES
D'AJUSTEMENT BALISTIQUE

Sous la direction de Madame Geneviève OLÉRON

*Directeur du Laboratoire de Psychologie Expérimentale et Comparée
(Ecole Pratique des Hautes Etudes, 3^e Section)*



ÉDITIONS DU CNRS

**LE TRANSFERT DANS LES TÂCHES
D'AJUSTEMENT BALISTIQUE**

THESE
pour le
DOCTORAT DE 3^e CYCLE
(psychologie)
Présentée par Jean-Paul MIGEON
Soutenue le 5 janvier 1979

LE TRANSFERT
DANS LES TÂCHES
D'AJUSTEMENT BALISTIQUE

Sous la direction de Madame Geneviève OLÉRON
*Directeur du Laboratoire de Psychologie Expérimentale et Comparée
(Ecole Pratique des Hautes Etudes, 3^e Section)*



ÉDITIONS DU CNRS



AVANT-PROPOS

Les recherches présentées dans cet ouvrage ont fait l'objet d'une thèse de Doctorat de 3^e cycle de Psychologie soutenue à l'Université René DESCARTES de PARIS V, le 5 janvier 1979 et d'un Mémoire de l'I.N.S.E.P. soutenu le 5 juin de la même année, l'une et l'autre avec la mention « très bien ».

Pour sa rédaction actuelle, le texte initial a été remanié et corrigé en fonction des questions soulevées par les membres du jury (1) et de réflexions personnelles. Il a dû être également allégé pour répondre aux normes d'édition des Monographies du C.N.R.S.

A Madame OLÉRON dont les remarques pertinentes et les judicieux conseils m'ont souvent permis de m'interroger utilement, d'affiner mes analyses et d'approfondir ma connaissance des problèmes de transfert.

A Monsieur FRAISSE dont les séminaires du Lundi furent pour moi une école de formation indispensable aux rigueurs et aux subtilités de la méthode expérimentale, un exemple privilégié de la prudence à observer au niveau de l'interprétation des faits.

A Monsieur PAILLARD qui m'a fait découvrir, avec le monde passionnant de la psycho-physiologie moderne, la possibilité d'une nouvelle approche des mécanismes impliqués dans l'organisation de la motricité.

(1) Le jury était composé de Mrs les Professeurs Paul FRAISSE, Président de l'École Pratique des Hautes Études, Directeur du Laboratoire de Psychologie expérimentale de Paris (Président), Jacques PAILLARD, Directeur de l'Institut de Neurophysiologie et Psycho-physiologie de Marseille, Antoine LÉON, Directeur des Sciences de l'Éducation à Paris V, et de Mme Geneviève OLÉRON, Directeur adjoint de l'École Pratique des Hautes Etudes, qui m'a fait l'honneur de diriger mes travaux.

A Monsieur LÉON qui a bien voulu accepter d'élargir également mon jury à la psycho-pédagogie.

Aux Professeurs et Collègues sessionnaires de l'Institut National du Sport et de l'Éducation Physique, avec lesquels la confrontation d'expériences et de conceptions diverses sur la pédagogie comme sur la finalité des activités physiques ne pouvait manquer d'être instructive.

Aux Enseignants d'Éducation Physique de mon lycée qui ont accepté, des années durant, de collaborer à l'expérimentation.

A mes élèves si souvent mis à contribution.

Mais aussi, à ma mère dont la confiance m'a toujours soutenu pour poursuivre cette recherche, en dépit de conditions initiales de travail particulièrement dissuasives.

A ma femme et mes enfants, trop longtemps frustrés de la disponibilité que je ne pouvais suffisamment leur accorder.

J'exprime à nouveau toute ma reconnaissance.

SOMMAIRE

CHAPITRE I – INTRODUCTION	13
A – Intérêt pour le transfert d'apprentissage.	13
B – Définition du transfert	14
C – Problèmes posés par l'étude du transfert dans les tâches d'ajustement perceptivo-motrices	16
 CHAPITRE II – MÉCANISMES DE L'APPRENTISSAGE DES LANCERS DE BALLE SUR CIBLE	17
A – Les mécanismes de l'ajustement des lancers de précision	17
1. La spécificité des tâches de lancer de précision.	18
2. Système de régulations automatiques.	18
a) Les informations sensorielles sur la localisation spatiale de la cible	23
- Rôle des fonctions visuelles.	23
- Rôle des référentiels proprioceptifs nuqual et vestibulaire.	26
b) Rôle privilégié de la position et des mouvements de la tête dans l'organisation des régulations visuo-motrices	27
c) Les informations sur la position et le déplacement du bras par rapport au corps	28
- Les informations visuelles.	28
- Les informations proprioceptives	29
d) L'assistance réflexe posturale	30
3. Système de contrôle intentionnel	33
a) Rôle essentiel de la motricité active dans l'organisation des coordinations sensori-motrices	33

b) Contrôle intentionnel de l'ajustement en fonction de la connaissance des résultats.	35
c) Les limites de ce système de contrôle intentionnel	38
4. Le processus de renforcement.	39
5. L'automatisation de l'ajustement	41
B – Intégration du programme de lancer manuel dans une activité globale nouvelle ou insuffisamment acquise	47
1. Intervention d'un système de contrôle intentionnel	47
2. Automatisation du mouvement.	48
C – Conclusion.	49
 CHAPITRE III – HYPOTHÈSES SUGGÉRÉES PAR L'ANALYSE DES MÉCANISMES D'AJUSTEMENT DES LANCERS.	 53
A – Transfert par similitude gestuelle des lancers, attribué à la flexibilité d'un programme moteur identique	53
B – Transfert par la diversification des conditions d'exécution, améliorant la flexibilité du programme de lancer.	55
 CHAPITRE IV – TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE UTILISÉE	 59
A – Principe de l'expérimentation	59
B – Mesure des résultats.	59
C – Contrôle des variables	59
1. Contrôle direct des variables facilement isolables	60
2. Contrôle indirect d'autres variables par la technique probabiliste des groupes «appareillés»	60
3. L'intérêt du groupe «contrôle» pour la mesure du transfert.	61
4. Vérification expérimentale de l'effet de certaines variables.	62
5. Vérification statistique de l'hypothèse de nullité	63
D – Plan expérimental	64
 CHAPITRE V – EFFET DE LA SIMILITUDE GESTUELLE	 67
A – Les tâches de lancer utilisées	67
1. Tir de basket-ball d'une main de la poitrine	67
2. Tir de basket-ball à deux mains de la poitrine	69
3. Tir de basket-ball à deux main par «enlevé»	69
4. Tir «javeloté» d'une balle de tennis.	72
5. Tir de football.	72

B – Choix de trois cas de variation de la similitude gestuelle	73
C – Effet d'une grande variation de la similitude gestuelle entre une tâche d'entraînement très similaire et deux tâches d'entraînement plus ou moins différentes de la tâche de transfert (Expérience I)	75
D – Effet d'une variation réduite de la similitude gestuelle entre deux tâches d'entraînement plus ou moins similaires de la tâche de transfert (Expérience II).	77
E – Effet d'une variation minime de la similitude entre des modalités d'ajustement d'un même lancer à des distances de la cible plus ou moins voisines	79
1. Effet d'une grande variation de l'écart entre les distances de la cible (Expérience III).	79
2. Effet d'une faible variation de l'écart entre les distances de la cible (Expérience IV).	81
F – Contrôle de quelques variables susceptibles d'interférer avec l'effet de la similitude gestuelle	84
1. Contrôle de l'effet de « mise en route »	84
2. Contrôle de l'effet de l'éloignement de la cible.	86
a) Variation de la précision des lancers en fonction de la distance de la cible (pré-expérience V)	87
b) Effet de l'éloignement de la cible sur l'effet de la similitude gestuelle des lancers (pré-expérience VI)	89
3. Contrôle de l'effet de l'ordre chronologique des tâches	93
a) Effet de l'inversion de l'ordre chronologique entre des tâches de lancer très similaires.	93
b) entre des tâches peu similaires (Expérience VII)	94
c) entre des tâches plus ou moins différentes (Expérience VIII).	96
CHAPITRE VI – EFFET DE LA FRÉQUENCE DES CHANGEMENTS DE DISTANCE DE LA CIBLE.	99
A – Problématique expérimentale et hypothèse opérationnelle	99
B – Effet de la fréquence des changements de distance dans un apprentissage préalable de 40 essais, avec des enfants de 11-12 ans, débutants (Expérience IX)	101
C – Effet de la fréquence des changements de distance dans un apprentissage préalable de 160 essais, avec des enfants de 11,5-12,5 ans, initiés (Expérience X)	102
D – Effet de la fréquence des changements de distance dans un apprentissage préalable de 240 essais, avec des enfants de 12,5-13,5 ans, bien entraînés (Expérience XI)	105

E — Généralité de l'effet des changements de distance de la cible, vérifiée avec une tâche de tir de « pétanque » (Expérience XII).	109
F — Rapports entre l'effet des changements de distance de la cible et la similitude gestuelle des lancers	112
1. Expériences préliminaires : effet d'un lancer d'entraînement avec changements de distance de la cible, sur l'exécution ultérieure de lancers plus ou moins différents (Expérience XIII) ou peu similaires (Expérience XIV)	113
2. Expériences proprement dites : effet de la variation de la similitude gestuelle des lancers sur l'effet de transfert attribué à des réajustements fréquents du lancer d'entraînement	115
a) Variation de la similitude gestuelle entre des lancers peu similaires et similaires (Expérience XV)	115
Confirmation des résultats (Expérience XVI).	119
b) Variation de la similitude gestuelle entre des lancers peu similaires et très similaires (Expérience XVII)	119
 CHAPITRE VII — DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION.	125
A — Confirmation des hypothèses.	125
B — Le transfert attribué à la flexibilité d'ajustement d'un programme moteur et les conditions de son amélioration	127
C — A propos de quelques études en faveur de la spécificité des acquisitions motrices	128
D — La plasticité du système moteur et le transfert	134
 BIBLIOGRAPHIE	141

CHAPITRE I

INTRODUCTION

A – INTÉRÊT POUR LE TRANSFERT D'APPRENTISSAGE

Les enseignants d'Education Physique et les entraîneurs sportifs constatent souvent, dans leurs pratiques pédagogiques, que l'apprentissage d'une nouvelle activité se trouve facilité ou au contraire perturbé par l'apprentissage antérieur d'une autre activité.

Il s'agit là des deux manifestations principales d'un phénomène fondamental appelé transfert d'apprentissage, qui se trouve dans la genèse de toutes les conduites motrices et, plus généralement, dans tous les apprentissages. Il serait difficile de concevoir en effet, qu'un enfant puisse acquérir au cours de sa scolarité, la somme considérable de connaissances qui lui sont proposées, si, pour un grand nombre d'entre elles, l'apprentissage n'était pas facilité par des acquisitions antérieures.

Il est rare qu'une nouvelle acquisition ne présente pas avec une ou plusieurs acquisitions précédentes, des composantes identiques ou très similaires qui peuvent être, dans certaines conditions, source de facilitation. Cette identité peut concerner aussi bien des processus sensori-moteurs que des processus cognitifs. Le maniement d'un nouvel outil ou d'une nouvelle machine, est plus aisé à maîtriser s'il a été conçu à partir de gestes habituels; de même qu'un problème est plus facile à résoudre, si on peut lui appliquer un raisonnement qui a fait ses preuves dans un problème similaire.

Nombreux sont les maîtres qui, pour tirer parti de ces possibilités de transfert dans une programmation annuelle des activités physiques et sportives, regroupent les exercices similaires dans un même cycle de travail et les ordonnent dans une

progression rationnelle ou chaque acquisition est censée faciliter la suivante. Certains s'efforcent par ailleurs, au delà de l'apprentissage de gestes spécifiques, de développer chez les élèves une attitude active, leur permettant de découvrir des principes généraux d'exécution, des techniques de base ou des méthodes pouvant s'appliquer à d'autres apprentissages, et d'acquérir des dispositions à s'adapter à un certain type de situation, d'une manière générale, d'apprendre à apprendre.

Mais les résultats ne répondent pas toujours à leur attente. Il arrive notamment qu'aucun effet positif de transfert ne soit constaté entre des activités jugées apparemment comme très similaires. De même en ce qui concerne la diversification des apprentissages ou de leurs conditions d'exécution. Bien que l'intérêt de ce procédé pédagogique soit généralement admis pour l'acquisition d'une meilleure adaptabilité comportementale, son effet est parfois beaucoup moins important que prévu.

Ce n'est pas le moindre paradoxe que cette référence croissante plus ou moins explicite de la pratique, à un concept théorique complexe, souvent mal défini, dont la nature et les mécanismes sont encore loin d'être totalement élucidés scientifiquement, en particulier dans le domaine de la motricité.

Etant donné la diversité des manifestations du phénomène, il importe avant tout, pour dissiper toute équivoque à ce propos, de bien préciser ce que nous entendons par transfert.

B — DÉFINITION DU TRANSFERT

On peut lire dans le vocabulaire de la psychologie de PIERON (1957, p. 370), « qu'il y a transfert quand les progrès obtenus dans l'apprentissage d'une certaine forme d'activité, entraînent une amélioration dans l'exercice d'une activité différente plus ou moins voisine. De façon générale, l'acquisition d'une habitude favorise, par un effet de transfert, l'acquisition d'habitudes suffisamment analogues ».

Mais le transfert peut se manifester, inversement, comme le précise PIERON dans la nouvelle édition 1973, par une diminution de l'efficacité sur l'apprentissage suivant, se traduisant par des effets d'inhibition ou d'interférence. Théoriquement, on pourrait distinguer ces deux effets négatifs, en réservant le terme *inhibition* à tous les cas où il y a une diminution du nombre des réponses bonnes ou mauvaises ou un ralentissement de celles-ci, et le terme *interférences* dans tous les cas où les réponses apprises dans la première tâche, interviennent dans la seconde sous forme d'intrusions. En réalité, cette distinction est difficile à faire, car certaines intrusions

restent implicites. Ainsi la plupart des chercheurs parlent indifféremment d'effet d'inhibition ou d'interférence, chaque fois qu'il y a réduction de l'efficacité au niveau de la seconde tâche.

KNAPP B. (1971, p. 130) remarque à ce propos, que les phénomènes d'interférence peuvent se manifester au cours de l'apprentissage d'une nouvelle tâche, sans qu'il y ait transfert négatif sur l'ensemble de cet apprentissage. Elle donne l'exemple de la pratique du tennis qui permet une acquisition plus rapide du squash (1) au début, malgré les intrusions observées par la suite au cours de l'apprentissage.

Il est de même vraisemblable que bien souvent les effets positifs de transfert s'exercent parallèlement aux effets négatifs, dans une interaction complexe, en raison de la diversité des acquisitions antérieures qui sont plus ou moins stables, plus ou moins lointaines et plus ou moins différentes. Aussi, est-il très difficile de dissocier, au niveau de l'analyse des résultats, ces deux effets de transfert, et l'on ne peut mesurer que leur résultante.

Nous pouvons également constater des effets nuls de transfert, qui peuvent tout aussi bien correspondre à une absence d'effet, que résulter d'un équilibre entre des effets positifs et négatifs de même valeur qui s'annulent réciproquement.

Le transfert peut s'exercer, par ailleurs, sur le rappel ou le réapprentissage d'une tâche antérieure. Il s'agit alors de transfert dit « rétroactif », par opposition au transfert « proactif » évoqué jusque là. Ainsi pour MC GEOGH et IRION (1953, p. 299), « le transfert d'apprentissage apparaît lorsque l'existence d'une habitude précédemment acquise a une influence sur l'acquisition, la performance ou le réapprentissage d'une seconde habitude ».

Certains auteurs enfin comme BATTIG (1966), considèrent que des phénomènes de transfert « intra-tâche » peuvent en outre se manifester au cours de l'apprentissage d'une seule tâche, quand celle-ci est trop complexe pour que l'apprentissage de tous ses éléments puisse se faire simultanément. L'apprentissage d'un de ces éléments peut avoir dans ce cas, des effets de facilitation ou d'interférence sur l'apprentissage de l'élément suivant.

Nous nous sommes limités dans cette étude, aux manifestations pro-actives du transfert inter-tâches, en considérant avec OLÉRON G. (1964, p. 115), qu'il y a transfert « dans tous les cas où une activité modifie d'une façon quelconque, par facilitation ou par interférence, celle qui la suit ».

(1) Le squash est une sorte de pelote qui se joue dans une petite pièce en utilisant les quatre murs, avec une raquette et une balle plus petites que celles utilisées au tennis.

C – PROBLÈMES POSÉS PAR L'ÉTUDE DU TRANSFERT DANS LES TÂCHES D'AJUSTEMENT PERCEPTIVO-MOTEUR

De multiples travaux attestent de l'intérêt des chercheurs pour ce phénomène en particulier au niveau de l'activité perceptive et cognitive. Mais relativement peu, à notre connaissance, concernent les tâches perceptivo-motrices d'ajustement dans lesquelles se situe notre démarche expérimentale.

Signalons pour mémoire, le cas du transfert bilatéral qui se définit par l'effet de l'activité effectrice d'un membre sur celle du membre contralatéral dans l'exécution d'une même tâche d'ajustement. La prouesse de l'ancien champion hongrois de tir au pistolet TAKACS en est une illustration remarquable. Amputé de son bras droit, à la suite d'un accident, il reprend l'entraînement avec son bras gauche et devient champion du monde en 1939, champion olympique en 1948 et 1952. Nous avons nous-mêmes constaté une amélioration des performances au tir de basket-ball de la main gauche, après un entraînement au même lancer effectué de la main droite, et inversement. Mais il ne s'agit là que d'un cas particulier du transfert sur lequel nous n'insisterons pas.

L'objet de cette recherche est de contribuer à l'étude du transfert proprement dit entre deux tâches plus ou moins similaires d'ajustement perceptivo-moteur.

Il est banal de dire à propos des lancers de précision, et plus précisément des lancers de balle sur cible dont il est question dans ces expériences, que l'apprentissage de l'un d'eux peut améliorer la précision dans l'exécution d'une autre modalité d'ajustement de ce lancer ou d'un lancer semblable. De même, est-il admis que l'effet de transfert peut dépendre également d'une disposition plus générale, acquise par la variation des conditions d'exécution au cours de la première tâche.

Mais qu'en est-il exactement ? Les avis sont partagés et de nombreuses interrogations demeurent sur la nature réelle de la similitude des tâches et de cette disposition acquise, sur leur importance relative, sur la spécificité ou la généralité de leur action, sur l'interprétation des effets de transfert observés... Autant de questions auxquelles nous tenterons de répondre tout d'abord par une analyse approfondie des mécanismes de régulation visuo-motrice impliqués dans l'ajustement des lancers de précision.

Considérant le caractère spécifique de ces tâches motrices de type balistique, nous serons amenés à prévoir une limitation importante des effets de transfert, qu'ils soient attribués à la similitude gestuelle des lancers ou à une pratique préalable diversifiée.

La deuxième partie de cette étude sera consacrée à la vérification expérimentale des hypothèses et à l'interprétation des résultats observés.

CHAPITRE II

MÉCANISMES DE L'APPRENTISSAGE DES LANCERS DE BALLE SUR CIBLE

Pour la commodité de l'analyse, nous distinguerons dans cet apprentissage, deux types d'acquisition qui sont plus ou moins indissociables dans les conditions de notre expérimentation.

1 - L'ajustement de la direction, de l'amplitude, et de la vitesse d'exécution d'un programme moteur familier de lancer manuel, en fonction de la localisation spatiale de la cible, du poids du ballon et de référentiels posturaux.

2 - L'intégration de ce programme dans une coordination sensori-motrice globale, qui fait l'objet d'un apprentissage moteur proprement dit quand la technique gestuelle de lancer à utiliser n'est pas encore acquise ou l'est insuffisamment dans le répertoire réactionnel du sujet.

A chacun de ces niveaux, interviennent différentes modalités de régulations automatiques et conditionnelles subordonnées à une activité de contrôle intentionnel, dont elles se libèrent ultérieurement avec l'automatisation du mouvement.

A – LES MÉCANISMES DE L'AJUSTEMENT DES LANCERS DE PRÉCISION

L'apprentissage d'un lancer de balle sur cible peut être classé dans la catégorie des apprentissages perceptivo-moteurs dans la mesure où il s'agit, pour les enfants de 11 à 13 ans concernés par ces expériences, de l'ajustement d'une coordination sensori-motrice familière à des conditions perceptives nouvelles. Nous retrouvons, en effet, dans les tirs de basket-ball le plus souvent utilisés, des programmes moteurs de projection de la main impliqués dans des mouvements usuels très variés de lancer en direction d'une cible visuelle.

N'ayant pas trouvé, dans la littérature, d'étude appropriée sur les lancers de précision, nous nous inspirerons, pour l'analyse des mécanismes de l'ajustement, des travaux récents de PAILLARD et BEAUBATON (1975, 1978) sur le contrôle sensoriel de la motricité dans des épreuves de pointage sur cible, en nous efforçant cependant d'apprécier les distinctions qui s'imposent, compte tenu de la spécificité respective de ces tâches.

1. La spécificité des lancers de précision

Dans les lancers, la réussite de l'ajustement n'est pas assurée, comme c'est le cas généralement pour les tâches de préhension ou de pointage d'une cible, exécutées sans limite de temps. Alors que les déplacements de la main sont sollicités constamment dans la vie quotidienne et dans les circonstances les plus diverses, ce qui permet d'aboutir à la constitution précoce d'un programme parfaitement fiable et flexible, le geste de lancer est par contre bien moins souvent exécuté pour pouvoir être ajusté immédiatement, avec la plus grande précision, sans entraînement préalable.

Mais surtout, la spécificité du lancer par rapport au pointer, réside dans un type d'ajustement différent, qui pose le problème de la nature des mécanismes respectifs impliqués dans la régulation des coordinations visuo-motrices de chacun des mouvements.

On distingue dans l'exécution d'un pointer, deux phases caractéristiques d'ajustement. Une phase initiale de régulation plus ou moins approximative, dont le contrôle est assuré centralement par la spécification préalable, en direction, amplitude et vitesse, d'un programme de transport de la main en direction de la cible visuelle. Une phase terminale d'ajustement très précis, dans laquelle un processus de corrections compensatrices immédiates est déclenché et guidé par des rétroactions visuelles, quand l'organe de saisie parvient au voisinage de la cible, pour réduire l'écart détecté avec la position de la main. Des réafférences cutanées interviendront à leur tour dans cet ajustement terminal par réduction d'écart, dès l'établissement du contact avec l'objectif.

Avec le mouvement de lancer, cette dernière phase d'assistance régulatrice «en boucle fermée» ne semble pas pouvoir intervenir, sauf peut-être en ce qui concerne la pratique sportive de haut niveau. Il s'agit essentiellement d'une activité balistique dite en «boucle ouverte» parce qu'elle se déroule entièrement, une fois déclenchée, selon un programme central préétabli de projection de la main dans une indépendance relative vis-à-vis des réafférences sensorielles périphériques, qui rend généralement impossible tout réajustement du geste en cours d'exécution. La correction des erreurs ne pourrait ainsi se réaliser qu'à posteriori,

au niveau de la programmation centrale des spécifications du lancer suivant, par approximations successives, d'un essai à l'autre, en fonction de la confrontation de l'exécution de chaque lancer avec son résultat.

RIPOLL (1978) semble avoir démontré cette différence de mécanismes d'ajustement, dans une étude expérimentale sur le transfert de la réorganisation des coordinations visuo-manuelles, entre le pointer et le lancer et réciproquement, quand le champ visuel est déplacé par le port de verres prismatiques. En effet, nous savons que l'adaptation visuo-motrice acquise dans l'exécution d'un pointer en vision décalée, se transmet automatiquement à d'autres mouvements de pointer quelles que soient les variations de la position de départ ou de l'emplacement de la cible. Une expérience de YACHZEL et LACKNER (1977) l'a encore confirmé tout récemment. Par contre RIPOLL constate que l'adaptation réalisée dans les activités de lancer n'entraîne aucun transfert dans l'exécution des pointers. De même en ce qui concerne l'effet de l'adaptation du pointer sur le lancer, on n'observe qu'un transfert partiel attribué à un phénomène d'inclusion des mécanismes de régulation du lancer (« boucle ouverte ») dans ceux du pointer (« boucle ouverte » pour la partie balistique, + « boucle fermée » pour l'ajustement terminal par réduction d'écart).

Un cas clinique très intéressant, étudié actuellement par BROUCHON (1978), semblerait prouver l'intervention de deux structures fonctionnelles distinctes dans la régulation des mouvements avec assistance instantanée en boucle fermée et celle des mouvements entièrement balistiques. Il s'agit d'un malade atteint d'une certaine lésion du cortex pariétal, qui a beaucoup de difficultés pour régler les coordinations visuo-manuelles impliquées dans les gestes usuels (s'habiller, lacer ses chaussures, prendre un objet, etc...) alors que l'ajustement visuo-moteur reste intact dans les lancers de précision. Mais la possibilité d'effectuer des pointers (en dirigeant un faisceau lumineux) sur une cible lointaine, est également conservée. Ce qui fait dire à BROUCHON, « qu'en référence aux travaux d'HYVARINEN et PORANEN sur le singe, l'hypothèse d'une indexation spécifique de l'espace distant d'une part, et de l'espace de préhension d'autre part, reste posée ».

Ce type d'activité balistique auquel nous nous référons à propos des lancers, a été mis en évidence par de nombreuses données expérimentales sur la désafférentation. JANKOWSKA (1959) sur le chat, KONORSKI (1967) sur le rat, le chat et le chien, TAUB et BERMAN (1968), BOSSOM et OMAVA (1968), LIU et CHAMBERS (1971) chez le singe, ont révélé les performances motrices et les conditionnements instrumentaux étonnants dont sont capables des animaux largement désafférentés. TAUB E., GOLDBERG, TAUB P. (1975) ont constaté que des singes privés de toute sensibilité des membres supérieurs par section des

voies afférentes concernées, récupèrent un an après l'opération, leur capacité d'apprentissage moteur et sont capables de projeter leur main vers des cibles visuelles sans aucune vision du bras mobile.

Par ailleurs, MERTON (1974) a calculé que le mouvement balistique ne peut être régulé de manière permanente par les afférences proprioceptives, dont l'intervention nécessite un délai d'au moins $1/20^{\text{e}}$ de seconde, incompatible avec la rapidité du mouvement.

L'existence d'un répertoire de programmes centraux précablés génétiquement, contenant tous les éléments de l'organisation spatio-temporelle d'activités complexes biologiquement significatives, est généralement admise aujourd'hui (EVARTS, 1971). MASSION (1978, p. 43) précise que « l'ensemble des paramètres du mouvement serait prédéterminé centralement sur la base d'un certain nombre d'informations sur les conditions dans lesquelles le mouvement est destiné à se dérouler. Le programme moteur prévoit à la fois la sélection des muscles impliqués dans le mouvement, le degré de contraction qui leur sera imposé, l'ordre de leur mise en jeu et la durée de leur activation ».

La Neurophysiologie moderne a mis en évidence le support structural de ces programmes, en identifiant des réseaux de neurones aux interconnexions rigide-ment cablées, dont la stimulation de certaines structures nodales déclenche la totalité séquentielle de l'activité. SHIK et coll. (1966) ont ainsi localisé, chez le chat, au niveau du mésencéphale, un centre de programmation de la locomotion, et ont démontré, par ailleurs, que l'augmentation de l'intensité de la stimulation de ce centre provoque une accélération de l'exécution du programme, en déclenchant successivement la marche, le trôt puis le galop.

On a également constaté à tous les niveaux de l'organisation neuro-motrice, la coexistence d'une machinerie réflexe très élaborée de boucles régulatrices externes d'origine proprioceptive. Elles constituent le support d'une rétroaction régulatrice possible des informations sensorielles périphériques sur le déroulement du mouvement. Ce sont des dispositifs d'assistance qui confèrent à l'exécution du programme moteur une certaine « flexibilité » adaptative, c'est-à-dire la capacité de s'ajuster d'emblée à une certaine marge de variations imprévisibles des circonstances de son accomplissement, comme en témoignent les réactions compensatrices automatiques provoquées par les accidents du terrain dans le cas de la locomotion.

Nous faisons l'hypothèse de l'acquisition, à la faveur de l'exécution de diverses modalités d'ajustement de lancers de précision, au cours des expériences antérieures, d'un programme de coordinations perceptivo-motrices correspondant à la

technique gestuelle utilisée. Ce programme serait également doté d'une certaine flexibilité adaptative, mais d'un type différent, puisqu'il s'agit, surtout, d'une activité balistique se déroulant totalement, une fois déclenchée, selon un programme central préétabli qui ne peut guère être remanié au cours de son exécution. La flexibilité d'un programme de lancer pourrait alors se définir par la capacité de s'ajuster, d'un essai à l'autre, à une certaine marge de variations des conditions d'exécution, sans altérer pour autant l'organisation spatio-temporelle du mouvement. Ces remaniements ne concerneraient que les spécifications, en direction, amplitude et vitesse, du programme moteur considéré auxquelles correspond un codage approprié des commandes motrices (cf. PAILLARD, 1976).

Concrètement, le mouvement du bras dans le lancer, résulte de la mobilisation synchrone des trois articulations de l'épaule, du coude et du poignet. C'est la distribution spatio-temporelle des commandes motrices entre les diverses unités musculaires concernées, en particulier les abducteurs du bras, les extenseurs de l'avant-bras et les fléchisseurs de la main, qui définit la trajectoire du déplacement de l'extrémité distale du membre.

L'orientation du lancer dépend essentiellement du codage de la direction dans laquelle s'effectue l'abduction du bras, et du codage de l'amplitude du déplacement angulaire de ce segment. Cela suppose, d'une part, l'aiguillage sélectif des commandes vers les muscles agonistes appropriés ainsi que l'inhibition simultanée de leurs antagonistes par le jeu de l'innervation réciproque; d'autre part, la définition très précise de la durée de cette activation correspondant à une certaine amplitude de déplacement, au terme de laquelle les antagonistes sont sollicités activement pour l'arrêt du mouvement.

La spécification de la vitesse d'exécution, implique pour sa part, le codage de l'intensité impulsionnelle des commandes centrales parvenant aux noyaux moteurs. En effet, d'après la loi du recrutement d'HENNEMAN et coll. (1965), les motoneurones sont recrutés d'après leur seuil d'excitabilité qui est fonction de leurs tailles. Ainsi, le nombre d'unités activées, qui détermine la force de lancement du mouvement, donc sa rapidité, croît avec l'intensité de l'impulsion efférente.

L'ajustement d'un programme de lancer à une nouvelle localisation spatiale de la cible, pourrait donc dépendre, initialement, d'un système de régulations automatiques de l'exécution, lequel sera soumis à l'intervention d'une activité de contrôle intentionnel pour la correction des erreurs, dont il pourra se libérer ultérieurement au terme d'un processus d'automatisation.

2. Système de régulations automatiques

Il semble bien en effet, qu'en ce qui concerne tout particulièrement le 1^{er} essai dans l'apprentissage d'une nouvelle modalité d'ajustement du lancer, la régulation du mouvement soit assurée par des mécanismes de spécifications automatiques, en direction, amplitude et vitesse, d'un programme de lancer préalablement acquis. Ils seraient déclenchés par le codage spatial des informations visuelles sur la cible à atteindre, en fonction de référentiels posturaux d'origines diverses, compte tenu de l'appréciation du poids du ballon, de la position initiale du bras sur le tronc et de l'assistance réflexe de l'équilibration (voir figure 1 ci-dessous).

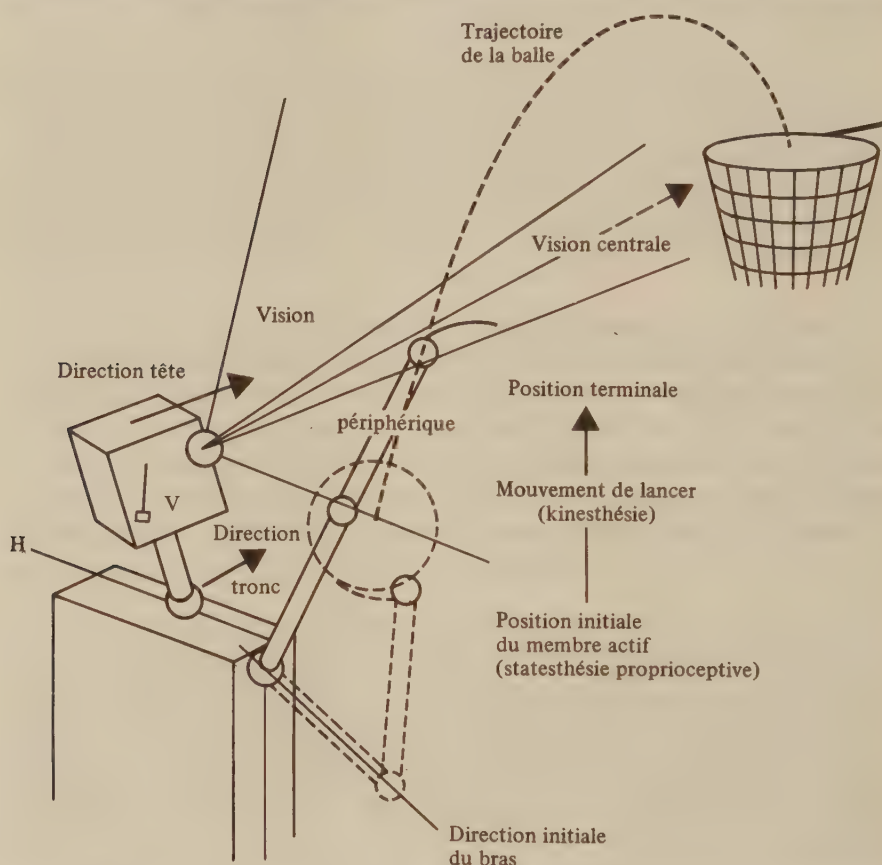


Fig. 1. - Représentation schématique partielle du mouvement de lancer avec indication des principaux axes de référence à partir desquels le mouvement va s'organiser : axes vertical (V) et horizontal (H), direction de la tête et du regard, du tronc et du bras. On notera les zones d'intervention de la vision centrale et de la vision périphérique. Le jeu des informations proprioceptives d'origine articulaire et musculaire, est à rechercher aux niveaux de l'appréciation du poids du ballon, de la spécification des positions initiales du bras et du tronc (statesthésie) et de l'exécution du mouvement (kinesthésie). (inspiré de PAILLARD et BEUBATON, 1978, p. 230).

a) Les informations sensorielles sur la localisation spatiale de la cible

Rôle des fonctions visuelles :

L'information visuelle apporte tout d'abord les indices signifiants permettant d'*identifier* certaines particularités de l'objet-cible qui sont pertinentes pour la tâche considérée. Ainsi la forme circulaire du panier de basket-ball et sa disposition horizontale, suggèrent la trajectoire courbe que le ballon devra suivre pour pouvoir y pénétrer. Sa dimension par rapport au ballon permet d'estimer la tolérance d'imprécision possible. Ces données vont contribuer à l'élaboration du projet d'action en incitant le sujet à adopter, en fonction de la consigne et de l'expérience acquise, une posture générale et un placement segmentaire initial prédisposant à l'exécution du lancer.

Le rôle des fonctions visuelles dans l'appréciation de la direction de la cible par rapport au corps, se limite à la capture fovéale de l'objet cible, ayant pour effet de déclencher le réflexe oculovestibulaire de recentrage de la tête sur la direction du regard, et à l'ancrage positionnel de l'axe oculaire sur le lieu de l'espace concerné.

L'œil, grâce à son point central de fixation fovéale, dispose d'un axe référentiel oculocentrique, dont l'alignement avec la cible constitue le repère positionnel à partir duquel s'organisent les activités d'orientation de la tête et du corps, en fonction du référentiel statural antigravitaire.

Le problème qui se pose encore actuellement, est de savoir *comment la position de l'axe optique se trouve calibrée par rapport au référentiel céphalique* et par suite, au référentiel statural.

En effet, aucun récepteur articulaire ne peut apprécier la position de l'œil dans l'orbite, comme c'est le cas pour toutes les articulations osseuses. Certes, des récepteurs musculaires et tendineux existent au niveau des muscles extrinsèques de l'œil, mais étant donné notamment que les effets produits par la tension soutenue d'un muscle ne durent pas plus d'une seconde (BACH Y RITA et ITO, 1966), les afférences qui en proviennent « ne peuvent fournir que peu d'indices sur la position du globe oculaire à l'exception d'une indication «phasique de la survenue et peut-être de l'amplitude d'une saccade» (JEANNEROD et PRABLANC, 1978, p. 267).

Par contre, de nombreuses données expérimentales semblent justifier l'hypothèse due à HELMHOLTZ (1867), de l'utilisation comme indice positionnel, d'un «*signal extra-rétinien*» *provenant des efférences motrices* destinées aux muscles extrinsèques de l'œil, pour l'exécution de la capture fovéale de la cible et de l'ancrage directionnel du regard. PAILLARD J. (1974, p. 19) remarque déjà,

à ce propos, que «la saccade oculaire résulte d'une programmation rigide et préca- blée, justifiée par l'absence à peu près complète d'imprévu, d'obstacles ou de contraintes mécaniques. C'est précisément cette liaison rigide entre commandes et effets qui peut justifier qu'une information sur le calibrage de la position puisse être entièrement obtenue à partir de la commande elle-même». Cette notion est confirmée par des observations subjectives basées sur les post-images rétinienne (MERTON, 1964) ou les phosphènes d'origine centrale (BRINDLEY et LEWIN, 1968), et surtout par l'étude clinique des effets de la paralysie d'un muscle extrinsèque de l'œil sur le comportement visuo-moteur (VON GRAFE, 1880, JACKSON et PATON, 1909, KORN MULLER 1930). Dans une tâche de pointage d'un point lumineux effectuée dans l'obscurité en boucle ouverte, PERENIN et al. (1978) ont observé des erreurs systématiques de visée dans le sens d'une surestimation de la distance de la cible, en ce qui concerne la partie du champ visuel correspondant à la paralysie oculo-motrice. D'après VON HOLST (1954), le signal d'erreur rétinien déclenché par l'apparition d'un point lumineux sur la rétine périphérique, est annulé dans les conditions normales, par l'exécution de la saccade fovéale, mais il ne peut l'être quand l'œil est paralysée puisque l'exécution de la saccade fovéale est impossible. Il s'ajoute donc au signal moteur extra rétinien déclenché par la «décision» d'exécuter la saccade. D'où les erreurs de localisation de la cible au delà de sa position réelle. Citons encore l'étude ingénieuse de FESTINGER et CANON (1965) sur la variation de la précision du pointage d'un point lumineux dans l'obscurité, la tête étant fixée, en fonction d'une double modalité d'exécution du mouvement de l'œil vers la cible. Les résultats démontrent que le mouvement lent et continu de poursuite oculaire de la cible au cours de son déplacement, conduit à un pointage moins précis de sa position finale que la saccade de capture fovéale de la cible présentée d'emblée dans cette position finale, ce qui tend à confirmer le rôle calibrant de la saccade elle-même et, par suite, des afférences motrices qui la déclenchent. Il est également remarquable que dans l'expérience de SKAVENSKI, HADDAD et STEINMAN (1972), le sujet qui fait l'effort de maintenir l'œil fixé sur un point lumineux en face de lui, dans l'obscurité, alors que des tractions sont exercées sur cet œil, à son insu, a l'impression que le point n'est plus «en face» de lui, mais qu'il indique une autre direction dépendant de la direction de la traction. Pour JEANNEROD et PRABLANC (1978, p. 272), c'est bien «l'effort de volonté (willen-impulse selon HELMHOLTZ) pour diriger son regard vers un point, ou le maintenir fixé contre une résistance extérieure, qui constitue en soi un signal de la direction de l'axe du regard... Le signal moteur corollaire ne peut exister qu'en présence d'afférences visuelles... et la connaissance de la position de l'œil nécessaire au guidage du bras, serait le résultat d'une boucle visuo-motrice : signal rétinien → signal moteur extra rétinien → position de l'axe du regard».

Cette fonction de repérage positionnel optique implique l'intervention subséquente d'un mécanisme d'«ancrage» de la fixation de l'œil sur la cible, qui conditionne non seulement les opérations fovéales d'analyse de l'objet conduisant à son identification, mais aussi la stabilité nécessaire de la direction du regard. A cet effet, «l'information visuelle est utilisée comme «signal stabilisateur», c'est-à-dire comme détecteur des changements de position de l'œil par rapport à la cible. Tout écart déclenche une réaction automatique de rattrapage (réflexe de fixation proprement dit) et d'ancrage positionnel» (PAILLARD et BEAUBATON, 1978, p. 232). Ce mécanisme permet à l'œil de se mouvoir dans l'orbite en étroite coordination avec les fluctuations plus ou moins grandes de la position de la tête au cours du lancer, pour maintenir le regard fixé sur le lieu de l'espace physique où se situe la cible.

Il faut souligner le rôle du *cadre ambiant et de la vision périphérique dans cette évaluation de la direction du regard*. Il est significatif que le pointage d'une cible visuelle dans l'obscurité soit toujours moins précis que celui de la même cible localisée dans le cadre de référence d'un champ structuré. PAILLARD et BEAUBATON (p. 235) évoquent à ce sujet «le double mode d'intervention des informations visuelles dans le calibrage spatial de la position de la cible par rapport au corps : l'un lié au repérage céphalocentrique de l'axe optique de l'œil ancré sur l'objectif (vision centrale), l'autre associé au repérage visuel exocentrique de la position de la tête par rapport aux repères stables de l'environnement physique (vision périphérique)». CONTI (1978, p. 91) a même constaté récemment dans des conditions expérimentales imposant l'immobilité de la tête, qu'une certaine excentricité des cibles visuelles par rapport à l'axe optique oculaire, n'affecte pas la précision des mouvements de pointage. Il semblerait ainsi qu'on puisse émettre l'hypothèse avec LEVY-SCHOEN (1974) que «la vision périphérique seule, permet elle aussi de situer la cible, pour autant qu'elle ne soit pas trop excentrée... et de fournir une information... suffisamment élaborée pour lancer le programme moteur de transport du membre».

En ce qui concerne le codage de la distance de la cible, on admet généralement que l'organisme dispose en *vision monoculaire*, des informations issues des efférences de commande des muscles accomodateurs du cristallin, intervenant dans le réglage de la netteté de l'image rétinienne. En *vision binoculaire*, ce sont les mécanismes de réduction de la disparité des images rétiniennes par le jeu coordonné des mouvements de vergence, qui fournissent les informations appropriées sur la distance. BISHOP (1970) a identifié des «gate neurones» binoculaires qui ne déchargent que lorsque le stimulus visuel se trouve à une distance critique de la tête par rapport au plan frontal. On peut aussi évoquer le rôle possible de certains indices visuels, tels que texture, surface, paralaxe, en raison de l'effet

produit sur le champ visuel ambiant (GIBSON, 1969). La vision périphérique intervient également, dans la mesure où la variation des dimensions de l'image rétinienne en fonction de l'éloignement plus ou moins grand de la cible, peut fournir des éléments d'estimation de la distance.

Signalons enfin que le calibrage spatial des informations visuelles sur les objets de l'environnement, semble faire l'objet d'un développement ontogénétique. Il bénéficie incontestablement comme nous le verrons plus loin, de l'expérience visuelle de l'organisme associée à la motricité active, et plus particulièrement, aux mouvements d'orientation de la tête.

Rôle des référentiels proprioceptifs nuqual et vestibulaire

De nombreuses observations ont révélé l'importance de l'articulation tête-tronc dans l'évaluation de la direction de la cible. Tout mouvement de l'œil sortant du cône de vision centrale (10 à 15°), déclenche une réaction réflexe, d'origine vestibulaire, de recentrage de la tête sur la direction du regard. Les informations proprioceptives cervicales issues de son exécution, permettent d'évaluer la position de la tête sur le tronc, tandis que les afférences vestibulaires assurent le calibrage du positionnement de la tête par rapport à la verticale qui est l'axe fondamental de référence posturale. Cette double référence proprioceptive et vestibulaire constitue le support de l'information sur la direction du regard et, par suite, un élément essentiel de la localisation spatiale des cibles visuelles par rapport au corps.

BERTHOZ et coll. (1975) ont montré récemment que la réaction de recentrage de la tête sur la direction du regard, bien que présente chez des chats élevés à l'obscurité, reste moins précise que celle des chats ayant subi une expérience visuo-motrice normale; ce qui suppose un affinement possible du calibrage spatial des informations visuelles sur les objets de l'environnement, au cours du développement ontogénétique.

De même un déficit spectaculaire du guidage visuel des pattes antérieures a été observé par HELD et HEIN (1963) chez le chat ayant toujours porté précédemment une collerette opaque l'empêchant de voir ses pattes en mouvement. Ces déficits ne sont pas irréversibles, contrairement à ceux qui peuvent être constatés dans le domaine de la discrimination des formes visuelles. Les récupérations relativement rapides prouvent plutôt la grande plasticité de ce système d'ajustement visuo-moteur. Nous pouvons supposer qu'en ce qui concerne l'ajustement des lancers de précision, ce soit également en fonction des coordinations visuo-motrices acquises, que les données sensorielles sur la localisation spatiale de la cible évoquent une première spécification approximative, en direction et en force, de la poussée à exercer sur la balle, compte tenu du poids de celle-ci. Mais la programmation de ces réglages semble dépendre aussi d'autres paramètres, tels que

les informations sur le positionnement initial de la tête, la localisation du bras par rapport au corps, la position relative de l'ensemble des segments mobiles, et ne peut s'élaborer qu'à partir du référentiel postural antigravitaire.

b) Rôle privilégié de la position et des mouvements de la tête dans l'organisation des régulations visuo-motrices.

COHEN (1961) et GAZZANIGA (1970) ont démontré expérimentalement que la suppression du proprioceptif cervical s'accompagne de désordres ataxiques très importants de l'équilibre, de la motricité du corps dans son ensemble (locomotion, saut...) et du transport des membres vers des objectifs visuels.

Dans l'expérience de FESTINGER et CANON dont nous avons déjà rendu compte, la précision du pointage est plus grande quand la cible est localisée après une saccade oculaire qu'après une poursuite continue, à condition que la tête soit fixée. Il n'y a plus de différence si la tête est libre de ses mouvements.

ROLL et BROUCHON (1976) ont observé chez des enfants, de 5 à 12 ans, que la précision du pointage se perfectionne progressivement par affinement de la calibration des positions de l'œil dans la tête, qui est liée essentiellement aux mouvements de la tête chez le jeune enfant.

En ce qui concerne également l'adaptation du pointage à la déviation prismatique du champ visuel, sous l'effet d'un déplacement actif de la main devant les yeux, HELD (1970) constate que si la tête peut suivre librement le regard, la réorganisation qui s'opère n'affecte pas qu'un programme moteur bien défini; elle est généralisée d'emblée à tous les points de l'espace visuel et à toutes les trajectoires possibles suivies par l'un ou l'autre bras pour les atteindre. Par contre, si la tête est maintenue fixée, HAY et BROUCHON (1971) ont montré que la vision de l'épaule activement mobilisée (les autres articulations étant également fixées) conduit bien à une réadaptation des programmes de pointage qui s'étend aux déplacements du coude et du poignet, mais elle reste limitée au seul membre actif sous contrôle visuel. Par ailleurs, la mobilisation et la vue du coude seul provoquent une réadaptation dont ne bénéficie en outre que le poignet. Enfin si la motricité active associée à la vision du geste ne concerne que le poignet, la réorganisation adaptative est limitée au seul poignet.

Ces faits expérimentaux mettent en évidence la subordination fonctionnelle dans laquelle se trouvent les articulations distales des membres vis-à-vis des articulations proximales. Ils confirment par ailleurs le rôle fondamental des informations proprioceptives sur la position et les mouvements de la tête, dans l'organisation des coordinations visuo-motrices mises en œuvre dans les tâches de pointer.

Nous pouvons penser que ce référentiel proprioceptif céphalique intervient plus particulièrement dans la programmation de la phase balistique du pointer. Il est donc tout à fait vraisemblable qu'il joue également un rôle privilégié dans l'ajustement directionnel des mouvements de lancer de précision où le balistique est prédominant.

c) Les informations sur la position et le déplacement du bras par rapport au corps.

Les informations visuelles

Nous avons déjà remarqué que les rétroactions correctrices visuelles ne peuvent pas intervenir dans la phase terminale du lancer, comme c'est le cas dans les tâches de pointage, en raison de son caractère balistique.

Il est possible d'envisager, par contre, une intervention de la vision périphérique dans le positionnement préalable du bras actif, comme dans les phases initiale et intermédiaire du mouvement.

On peut faire l'hypothèse d'une contribution de cette vision périphérique au calibrage spatial référentiel de la position initiale du bras, à partir duquel s'élabore le programme moteur de lancer. CONTI (1978, p. 92) cite à ce propos les expériences de HAY et coll. (1976) qui «révèlent l'influence du lieu de départ du geste sur la précision de la réponse. Le rôle de la position de départ est d'autant plus important que le mouvement s'achève dans le champ contralatéral du bras mobile».

Nous pourrions également être tentés de supposer, par analogie avec les observations faites par CONTI et BEAUBATON (1976), dans leur étude des effets de la vitesse et de la vision sélective du geste sur la précision du pointage, que la vision d'une des premières phases de l'exécution contribue au contrôle de l'ajustement du lancer. «Ce contrôle pourrait relever d'une utilisation des informations précoces fournies par le mouvement, vraisemblablement dans le champ visuel périphérique, pour la mise en place d'un cadre de référence spatial à partir duquel certains paramètres du mouvement peuvent être programmés». Mais les possibilités de feed-back visuels diminuent avec la durée de l'action et sont inutilisables quand cette durée est inférieure à 190-160 ms, comme l'ont souligné KEELE et POSNER (1968). De même ANGEL et col. (1971) aboutissent à des conclusions comparables dans une tâche de tracé à deux choix, en réponse à un stimulus, où la correction des erreurs d'exécution doit être effectuée le plus rapidement possible. Ils constatent que la latence de ces corrections (le temps entre le mouvement dans la direction erronée et le début de la correction de l'exécution) est quelquefois très

courte (60-90 ms), nettement inférieure à un temps de réaction. Les feed-back périphériques beaucoup trop lents relativement, ne semblent donc pas pouvoir intervenir, au cours de l'exécution, dans la correction d'un mouvement rapide. Or un lancer de balle sur cible implique nécessairement une vitesse d'exécution suffisamment grande pour pouvoir projeter la balle à une certaine distance, qui ne peut que limiter les possibilités de correction par rétro actions d'origine périphérique.

Ne peut-on pas supposer, par contre, que les informations visuelles sur le mouvement du bras sont susceptibles d'être utilisées, avec les informations proprioceptives, pour contribuer au calibrage spatial du lancer suivant ? NEWELL (1975) a démontré que les informations visuelles sur le déplacement et la position terminale du bras au cours du lancer, et surtout sur la phase initiale de la trajectoire de la balle, contribuent à l'appréciation de l'exécution et à l'anticipation des résultats. Mais si la suppression du feed-back visuel de la trajectoire de la balle affaiblit significativement la reconnaissance perceptive du lancer, elle n'a aucun effet sur son rappel moteur. Cette différence d'effet observé semble confirmer le postulat d'ADAMS (1971, p. 126) sur l'existence de deux mécanismes distincts pour la sélection et le déclenchement de la réponse (« memory trace ») et pour l'appréciation de son exécution (« perceptual trace »).

Les informations proprioceptives

En ce qui concerne les informations proprioceptives proprement dites, nous avons vu avec TAUB, que ces informations ne sont pas indispensables à la programmation correcte d'une performance de pointage, même s'il s'agit d'une opération en boucle ouverte totale (sans l'assistance d'aucune réafférence sensorielle). Mais le comportement observé chez les singes qui placent systématiquement leur membre actif déafférenté dans une même position initiale, notamment au contact avec le torse, avant l'exécution de chaque essai, semble indiquer la recherche, par d'autres modalités sensorielles se substituant à la proprioception défaillante, d'une position de référence stable à partir de laquelle peut s'exécuter le programme de transport de la main. PAILLARD et BEAUBATON (1978, p. 247) concluent à ce sujet que « ces données sur la position initiale du membre doivent être prises en compte, pour l'évaluation des paramètres de la trajectoire de projection, au même titre que les informations visuelles sur la localisation de la cible à atteindre ».

En ce qui concerne les mouvements balistiques de lancer de précision, il est vraisemblable que les informations proprioceptives soient également requises, non seulement pour les calibrages de la position de l'œil dans l'orbite et de la tête sur le tronc, comme nous l'avons vu précédemment, mais aussi pour le positionnement initial du bras et, celui de tous les segments articulés par rapport au

référentiel postural. La réussite des ajustements du lancer dépendrait, de la précision de ces estimations d'origine proprioceptive, dont l'importance sera de nouveau mise en évidence dans l'analyse des mécanismes d'assistance réflexe posturale.

d) L'assistance réflexe posturale.

Une régulation automatique de l'équilibre corporel intervient instantanément aux moindres variations des conditions d'appui au sol, pour assurer la stabilisation permanente des points d'appui du mouvement, indispensable à l'ajustement des tirs de précision.

Cette assistance réflexe posturale aura pour effet de compenser automatiquement toute perturbation de l'équilibre corporel provoquée par les déplacements des membres au cours de l'exécution du lancer. Il s'agit d'une régulation stabilisatrice d'une grande précision où les informations d'origine labyrinthique et myo-kinesthésique, associées aux signaux visuels et cutanés plantaires, interviennent pour le maintien ou le rétablissement instantané de la position de la tête et de la station du corps dans une orientation fondamentale, propre à chaque espèce, par rapport à la pesanteur.

Tous les systèmes sensoriels contribuent plus ou moins à la proprioception, d'où leurs possibilités de se compléter, d'interférer ou de se substituer les uns aux autres dans une co-fonction de régulation posturale.

«C'est assurément l'appareil vestibulaire céphalique et son double fil à plomb utriculaire détecteur de la verticale physiquement invariante, qui constituent l'axe fondamental de référence spatial de tout être vivant» (PAILLARD, 1974, p. 13). Les réactions réflexes d'équilibration, de type cinétique, sont déclenchées essentiellement par les sensations labyrinthiques qui résultent des déplacements rapides de la tête et de toute variation de son orientation par rapport à sa position normale en station debout. Mais ces réactions posturales impliquent souvent une combinaison précise de réflexes labyrinthiques et de réflexes kinesthésiques d'origine nuquale, comme en témoigne le réflexe de «redressement» chez le chat.

De même, le rôle «kinesthésique» des informations visuelles, déjà invoqué par GIBSON (1958), a récemment été démontré par LISHMAN et LEE (1973) dans des régulations de l'équilibre faisant intervenir surtout les mécanismes de la vision périphérique, en interaction avec les afférences labyrinthiques, tactiles et musculaires. Ces auteurs affirment que «la vision fonctionne de façon proprioceptive comme une composante intégrale du système de contrôle pour maintenir une posture». Les difficultés de l'équilibre observées par ANGLARD et CRÉMIEUX (1976) en éclairage intermittent, leur suggèrent l'hypothèse que «la lumière

stroboscopique prive le sujet de la perception visuelle du mouvement ou ne lui en permet qu'une évaluation erronée». La présentation d'une succession d'images immobiles conduirait le sujet à minimiser la perception d'un déséquilibre... ce qui ne pourrait que nuire à la pertinence et à l'efficacité des mouvements effectués pour retrouver l'équilibre.

Quant à la proprioception d'origine musculaire, elle assure la régulation du tonus postural par des processus activateurs et inhibiteurs de type réflexe, dont la conjugaison harmonieuse est également nécessaire à la coordination du geste le plus élémentaire. Il s'agit essentiellement du «réflexe myotatique» de SHERRINGTON et de l'«inhibition réflexe associée». Dans le premier, l'excitation des fuseaux neuro-musculaires due à l'étirement, déclenche une augmentation de la tension du muscle proportionnelle à cet étirement. Le deuxième se définit par le relâchement des muscles antagonistes d'un mouvement, associé par voie réflexe à la contraction des muscles agonistes.

On a cru voir pendant longtemps, dans la boucle myotatique l'arc réflexe médullaire type, le circuit feedback le plus simple du système nerveux central. Or il semblerait aujourd'hui que son mécanisme fonctionnel soit en réalité plus complexe. Le système pyramidal contribuerait à la régulation du tonus musculaire, par les «copies d'efférences» transmises aux récepteurs fusoriaux et par les boucles réflexes transcorticales... Selon le concept de MERTON (1953) modifié par MATTHEWS (1972) les mêmes commandes motrices atteindraient simultanément les motoneurones alpha (α) et gamma (γ). Ainsi le déclenchement de la contraction musculaire (voie α) serait accompagné par la contraction des fibres fusoriales (voie γ) qui aurait pour effet de retendre ces fibres au fur et à mesure qu'elles sont détendues par le raccourcissement du muscle, et de maintenir ainsi constante la sensibilité des récepteurs fusoriaux au cours de l'exécution. Par conséquent, si pour une raison extérieure, le mouvement se ralentit, la longueur du muscle devient plus importante que celle prévue par le programme central. La fibre fusoriale va se trouver anormalement tendue et le récepteur davantage excité. Inversement l'activité du récepteur sera réduite si le mouvement s'accélère du fait de circonstances imprévues. Dans ces conditions, les récepteurs fusoriaux annulo-spiraux détecteraient essentiellement les changements de vitesse qui surviennent au cours de l'exécution. Ils joueraient le rôle d'un comparateur produisant des «signaux d'erreurs» chaque fois que la longueur du muscle dévie de la longueur prévue par la copie d'efférence envoyée au système gamma.

CONRAD et al. (1974) EVARTS et TANJI (1974) font actuellement l'hypothèse que le centre réflexe des corrections de l'exécution se situe au niveau des cellules pyramidales, auxquelles les messages proprioceptifs sur les changements de vitesse, parviennent par l'intermédiaire de voies afférentes empruntant le

cervelet ou le thalamus somesthésique (MASSION, 1978, p. 48). Les auteurs ont mis en évidence une variation de l'intensité de la réponse de ce centre cortical réflexe aux perturbations de l'exécution (application brusque de charges), en fonction des instructions qui précèdent le signal. Les compensations sont importantes quand la consigne est de « résister », mais beaucoup plus faibles quand il faut « laisser aller », ce qui démontre une certaine plasticité d'adaptation de l'action corticale réflexe.

Le fonctionnement du réflexe médullaire le plus simple, comme généralement celui de tous les circuits d'assistance, serait contrôlé centralement par des collatérales du faisceau moteur cortico-spinal, qui se distribuent tout au long du névraxe sur les différents noyaux de relais des messages sensoriels. Cependant la notion d'organisation hiérarchique des structures nerveuses de contrôle n'est plus conçue aujourd'hui en termes de stratification horizontale de « système hiérarchique à niveaux multiples » (JACKSON cité par WANDERWOLF, 1971), mais comme un emboîtement hiérarchique de modules fonctionnels solidarisés par un système complexe de boucles internes à relais cortical. Des travaux récents ont montré qu'à peine 3% des fibres pyramidales étaient affectées au contrôle direct des motoneurons concernant en particulier la motricité fine de la main et des doigts. Le cortex moteur ne peut donc plus être considéré comme le niveau supérieur de contrôle volontaire du mouvement. Il semble devoir jouer plutôt le rôle de relais intégrateur commun pour tous les systèmes fonctionnels de régulation.

Ainsi le cervelet exerce, par inhibition ou dynamogenèse, un contrôle du tonus et des réflexes de vastes ensembles de muscles associés fonctionnellement. Selon les structures cérébelleuses concernées, cette fonction de régulation porte aussi bien sur les synergies de type automatique de la station debout et de l'équilibration cinétique, que sur les synergies motrices acquises. Mais ces mécanismes peuvent être contrôlés à leur tour par une activité intentionnelle qui permet au sujet, en réponse à certains signaux perceptifs, d'anticiper les réactions motrices à exécuter, pour maintenir un équilibre dynamique dans un grand nombre de situations très éloignées de la station habituelle de l'espèce, telles que les exercices acrobatiques, la danse, les sports de glace et de neige etc... En ce qui concerne les lancers de balle sur cible qui font l'objet de cette étude, l'intervention d'une activité de contrôle intentionnel dans le mécanisme de l'équilibration est vraisemblablement très réduite, puisque la stabilisation des points d'appui corporel nécessaire à la précision du tir, s'effectue dans les conditions habituelles de la station debout, à partir d'un appui fixe des pieds sur le sol.

Mais cette intervention serait assurément immédiate si la régulation posturale réflexe s'avérait insuffisante pour rétablir l'équilibre compromis par des perturbations extérieures.

En conclusion, le programme moteur utilisé dans les lancers semble bien disposer d'un système complexe et fiable de régulations automatiques de l'exécution. Cette assistance fonctionnelle permettrait un premier ajustement des coordinations visuo-motrices concernées à une nouvelle localisation spatiale de la cible, en fonction du poids du ballon et des référentiels posturaux. Mais ce réglage initial ne peut être qu'approximatif dans les tâches nécessitant un niveau de précision inhabituel.

Il ne suffit pas, généralement, pour assurer d'emblée la réussite d'une modalité d'exécution très différente ou d'une nouvelle technique gestuelle de lancer. La précision requise ne sera obtenue que par des corrections plus ou moins nombreuses effectuées en fonction de la « connaissance » des résultats et de l'anticipation de l'effet de ces corrections, ce qui implique l'intervention d'une activité de contrôle intentionnel.

3. Le système de contrôle intentionnel

a) Rôle essentiel de la motricité active dans l'organisation des coordinations sensori-motrices.

HELD et HEIN (1963) ont mis en évidence le rôle essentiel de la motricité active, dans l'organisation des coordinations visuo-motrices au cours du développement ontogénétique. Après avoir élevé des chatons par paire dans l'obscurité depuis leur naissance, ils les soumettent à partir de la quatrième semaine, 3 heures par jour, à une expérience visuelle d'un certain environnement standardisé. Un dispositif ingénieux dit « carroussel », permet à un chaton d'associer l'expérience visuelle à l'expérience motrice active de ses propres mouvements, tandis que l'autre subit passivement les transformations de l'espace visuel environnant sans les associer à sa propre activité.

Alors que le premier chaton va ultérieurement présenter un comportement visuo-moteur normal, le second présentera le comportement d'un animal aveugle, butant contre les obstacles, tombant à l'extrémité d'une table, incapable semble-t-il de localiser visuellement les objets et de diriger ses activités locomotrices par rapport à eux. De toute évidence, ce chaton n'a pas eu la possibilité d'organiser les coordinations visuo-motrices nécessaires au guidage visuel de ses déplacements.

HELD (1970) a retrouvé des résultats comparables avec des sujets humains, dans des expériences de recoordination visuo-motrice après déviation prismatique du champ visuel. La tâche consiste à pointer une cible visuelle sans voir la main mobile, et, par conséquent, sans pouvoir apprécier ou corriger ses erreurs. Les

sujets portant des lunettes que l'on peut, à leur insu, soit munir de verres normaux non déformants, soit de verres prismatiques déplaçant le champ visuel d'une vingtaine de degrés latéralement, ce qui entraîne une erreur systématique des pointages. Les effets des deux procédures suivantes sont comparés. Une partie des sujets regardent leur main qu'ils déplacent activement devant leurs verres prismatiques pendant quelques minutes. Les autres regardent simplement leur main que l'expérimentateur déplace passivement pendant le même temps. Les résultats obtenus dans les pointages de contrôle, montrent que seuls les premiers sujets, ayant fait l'expérience visuelle de leurs propres mouvements, pointent de nouveau vers la position correcte de la cible. Comme avec les chatons de l'expérience précédente, c'est la vision du membre activement mobilisé qui est essentielle pour la recoordination des programmes visuo-moteurs de déplacement des membres dans un espace décalé visuellement.

Dans le même ordre d'idée, on peut s'attendre à un pointage plus précis dans le cas où la position initiale du bras est une position prise passagèrement après un déplacement actif de ce bras, aussitôt avant l'exécution du mouvement de pointer, et non une position statique maintenue un certain temps. Cette hypothèse fait actuellement l'objet d'une vérification expérimentale à l'Institut de Neurophysiologie et Psychophysiologie de Marseille.

Une hypothèse analogue en ce qui concerne les lancers de précision peut très bien se concevoir. Nous pourrions supposer que la réussite s'améliore quand les tirs sont précédés d'une mobilisation active du bras, comme semble le suggérer la pratique systématique de ces dribbles apparemment superflus, observés chez de nombreux joueurs de basket-ball avant l'exécution d'un lancer franc.

BROUCHON et PAILLARD (1966) ont constaté également que la position finale d'un membre déplacé, repérable par les seules informations kinesthésiques (pointage aveugle par l'autre membre) est localisée avec plus de précision lorsqu'elle résulte d'une mobilisation active plutôt que d'un transport passif.

Pour rendre compte de la nature et des mécanismes des informations régulatrices spécifiquement associées aux commandes motrices intentionnelles, une première hypothèse est invoquée au niveau de l'interprétation du rôle fonctionnel des boucles internes, à partir du modèle de la « copie d'efférence ». « HELD (cf. PAILLARD, 1971, p. 295) y ajoute une « mémoire » qui garderait la trace des combinaisons covariantes entre les programmes moteurs et les réafférences pluri-sensorielles qu'ils ont suscitées au cours d'expériences motrices antérieures. La sélection d'un de ces programmes évoquerait, du même coup, la trace des combinaisons réafférentielles correspondantes qui seront alors utilisées comme « modèle », auquel seraient confrontées les réafférences nées de l'exécution actuelle du pro-

gramme. Le comparateur signale alors le taux d'erreur du mouvement en cours, et ses informations de sortie interviendraient comme correctrices de ce mouvement qui atteindra ainsi correctement l'objectif prévu. Le répertoire des programmes et des modèles réafférentiels associés se constituerait progressivement par l'expérience du sujet sur la base d'une motricité active».

PAILLARD (1971, 1973) propose une seconde hypothèse suggérant l'intervention privilégiée des afférences proprioceptives fusoriales dans le calibrage spatial des positionnements actifs. Les commandes motrices gamma associées à la motricité volontaire, auraient pour effet de rendre le fuseau neuro-musculaire très sensible aux variations de longueur du muscle. «Le fuseau fournirait alors des informations phasiques essentielles au départ et à l'arrêt du mouvement, qui pourraient constituer les signaux calibrateurs de la position finale de l'articulation mobilisée par cette contraction».

Cette théorie semble trouver un appui dans les travaux expérimentaux de CHASE et al. (1965) sur l'effet des perturbations, par le froid, des conditions d'émission des récepteurs fusoriaux, qui supprime la différence de précision dans le calibrage entre les positionnements actif et passif. Au cours du réchauffement, on assiste à une récupération progressive remarquable du bénéfice du positionnement actif. Les mêmes résultats ont été obtenus par HAGBARTH et EKLUND (1966) en remplaçant le froid par la stimulation vibratoire sous-liminaire du corps du muscle. Quand à GOODWIN et al. (1972) et EKLUND (1972), ils considèrent que l'illusion du mouvement créée par l'application d'une stimulation vibratoire réflexogène, démontre bien l'intervention des afférences fusoriales primaires dans la kinesthésie.

b) Contrôle intentionnel de l'ajustement en fonction de la connaissance des résultats.

Si le terme de motricité «active» est aujourd'hui le plus souvent utilisé dans la littérature, en opposition à celui de mouvement «passif», on y trouve encore quelquefois, indifféremment, l'appellation classique de motricité «volontaire» et surtout l'expression plus récente de mouvement «intentionnel», qui semble mieux traduire la réalité des processus d'ajustement.

En effet, toute situation d'apprentissage perceptivo-moteur apparaît plus ou moins à un sujet humain comme un problème à résoudre qu'il aborde avec une attitude consciente et réfléchie, notamment en ce qui concerne le but à atteindre et la recherche des meilleurs moyens d'y parvenir. Dans les tâches de lancer de balle sur cible, l'amélioration de la précision, particulièrement au début de l'apprentissage, dépend de la connaissance des résultats et de leur interprétation qui impliquent l'intervention d'une activité de contrôle intentionnel.

L'information pertinente sur l'erreur de lancer est apportée initialement par l'appréciation visuelle du sens et de l'importance de l'écart entre la trajectoire de la balle et la cible spatialement localisée. La discrimination de cette information régulatrice « utile » par rapport aux autres informations inadéquates issues de l'environnement, est parfois insuffisante. Si nous comparons deux tirs de basketball exécutés à la même distance du panier, l'un de face, l'autre latéralement, la différence d'orientation du sujet par rapport au panneau vertical sur lequel est fixé le panier, peut être dans un premier temps, un facteur de variation de la performance, bien qu'elle ne modifie en rien, les données mécaniques de l'ajustement. C'est d'abord globalement que l'ensemble panier-panneau est perçu. La différenciation de la seule partie adéquate du panier cible est souvent laborieuse, et résulte de l'exécution de lancers sous des angles variés, appréciée en fonction des résultats.

La connaissance de ces résultats confrontés à ceux des tirs précédents, est utilisée par le sujet pour élaborer, semble-t-il, des hypothèses et des stratégies sur les corrections de trajectoire, sur les remaniements de l'orientation et de la force du lancer à effectuer, en fonction de l'anticipation des effets attendus de ces ajustements.

Imaginons avoir lancé la balle trop loin au premier essai et trop près au second, à la suite d'une correction exagérée. En combinant ces deux résultats, nous déciderons pour le troisième essai, d'exercer sur la balle une poussée plus forte qu'au deuxième, mais moins forte qu'au premier, comme l'illustre le diagramme ci-contre (fig. 2).

Une activité cognitive interviendrait donc implicitement dans la régulation du mouvement, sous la forme d'un raisonnement verbal intériorisé auquel ADAMS (1971, p. 129) se réfère pour qualifier de « verbal-moteur », le stade initial de l'apprentissage. RONDAL (1973) croit pouvoir confirmer l'apparition de phénomènes verbo-moteurs spécifiques, par l'enregistrement électromyographique des mouvements de la langue associés au langage intérieur, au cours de l'exécution de tâches motrices diverses. Mais ces résultats doivent être considérés avec une extrême prudence, car rien ne permet d'affirmer que la parole traduise nécessairement une activité cognitive.

Quoiqu'il en soit, nous pensons pouvoir faire l'hypothèse de l'intervention possible d'une activité organisante de type intentionnel dans les mécanismes de régulation des coordinations perceptivo-motrices. Compte tenu des réserves dues à la spécificité des tâches motrices, on pourrait évoquer une activité de mise en relation des différents éléments de la situation d'apprentissage, au sein d'une synthèse cognitive plus ou moins comparable à la « sign-gestalt-expectation » de TOLMAN (1934) selon laquelle les informations recueillies sur les résultats du

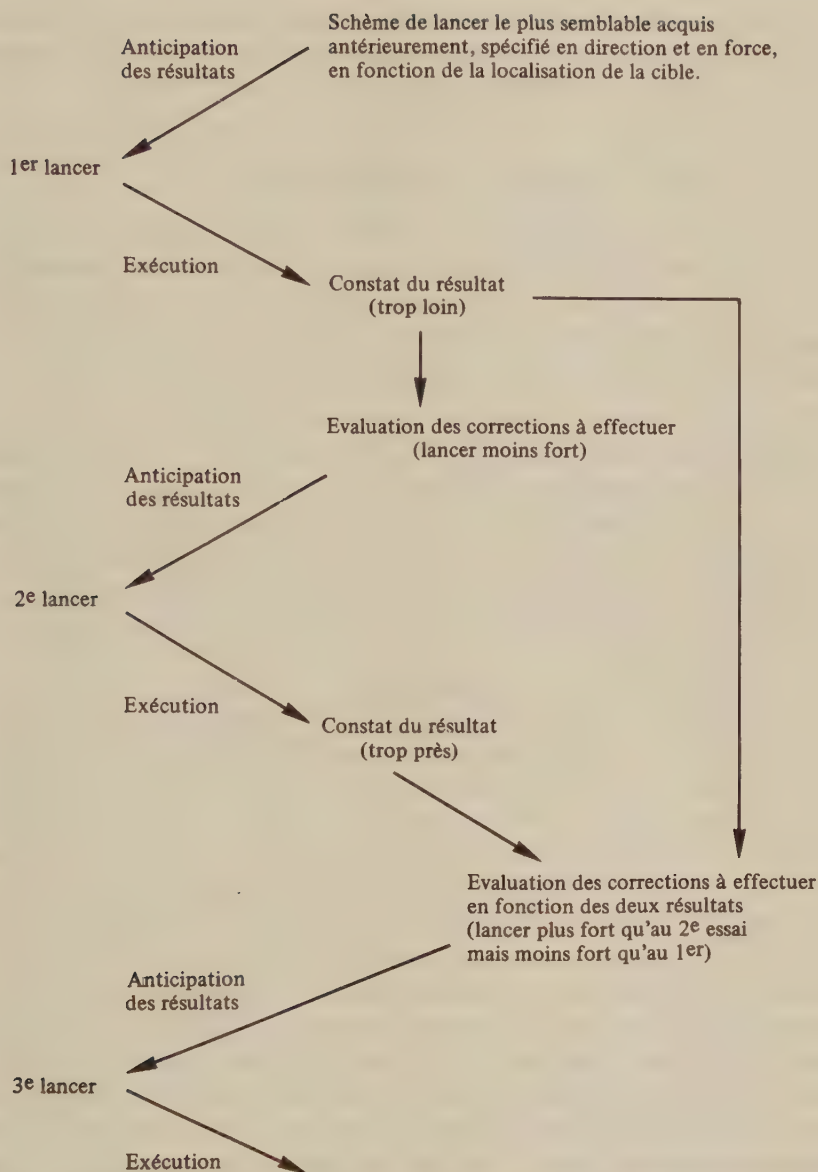


Fig. 2. — Diagramme de quelques processus perceptifs, mnémoniques, cognitifs et moteurs impliqués dans l'ajustement.

lancer (« signe »), donnant lieu par leur combinaison avec les résultats antérieurs, à une certaine évaluation des remaniements moteurs appropriés (« voie comportementale »), mènent à la représentation anticipatrice d'une exécution réussie et de

la satisfaction qu'elle procure («signifié»). Ce système de contrôle est dit intentionnel puisqu'il oriente les ajustements vers un «but» à atteindre, en fonction de la prévision des résultats de ces corrections.

c) Les limites de ce système de contrôle intentionnel.

L'effet de ce contrôle intentionnel de l'ajustement se traduirait par l'orientation, dans le sens adéquat, des remaniements de la direction et de la puissance des lancers, et une évaluation plus précise de l'importance de ces corrections. Il permet ainsi d'éliminer un certain nombre d'échecs, tels que la persévération des erreurs dans le même sens, qui peut s'observer quand l'activité de contrôle est insuffisante.

Mais faut-il encore que l'amplitude des remaniements effectués dans tel ou tel sens, soit juste suffisante pour que l'ajustement réussisse. Or nous constatons, surtout au début de l'apprentissage, que les corrections sont souvent exagérées ou trop faibles. Ces échecs peuvent être dûs à des évaluations trop grossières des erreurs commises et de l'importance des corrections à effectuer, ou à la maîtrise insuffisante d'une exécution non conforme aux évaluations. Il est difficile, sinon impossible, de savoir la part qui revient à l'un ou l'autre de ces facteurs dans la détermination des échecs.

Par ailleurs, le contrôle intentionnel de l'ajustement ne peut empêcher les nombreuses erreurs qui sont encore observées immédiatement après la première réussite, et qui ne seront jamais éliminées totalement par la suite, quel que soit le niveau d'apprentissage. Dans les tâches qui n'impliquent pas l'ajustement très précis d'une coordination sensori-motrice, la découverte de la solution correspondant au problème posé, peut nécessiter parfois des recherches très laborieuses. Mais, une fois comprise, cette solution devient définitive, c'est-à-dire qu'elle est retrouvée aussitôt autant de fois que le même problème se pose ultérieurement dans des termes identiques et à des intervalles suffisamment brefs pour que le processus d'oubli ne puisse intervenir. Inversement, dans l'apprentissage des lancers de précision, la première réussite peut être obtenue plus ou moins rapidement sans trop de difficultés. Mais lors des essais suivants, l'ajustement du même lancer effectué à une distance identique de la cible, peut très bien échouer plusieurs fois de suite avant de réussir à nouveau, et ainsi de suite dans des proportions variables après chacun des succès ultérieurs. La réussite des tirs de précision ne sera jamais définitive. Trop de facteurs de variation influent sur la régulation de ce type de mouvement, pour que les erreurs puissent être totalement éliminées. Ce que nous constaterons, tout au plus, au cours de l'apprentissage des lancers de balle sur cible, même s'il comporte un très grand nombre de tentatives, c'est une augmentation progressive de la fréquence moyenne des lancers réussis. La

courbe de variation de cette fréquence calculée dans chacune des séries successives de 10 essais, s'élève assez rapidement au début, puis de plus en plus lentement jusqu'à un plateau. Elle n'atteint que très exceptionnellement le taux de 10 réussites sur 10 essais, et ne s'y stabilise jamais, comme nous avons pu l'observer avec des centaines de sujets sur au moins 200 essais d'entraînement. Le score initial moyen de 2 ou 3 réussites sur 10 essais, a progressé dans l'ensemble jusqu'à 4 ou 5. Rares sont les scores individuels qui ont dépassé 6 et très exceptionnels ceux qui ont atteint le maximum. Dans ce dernier cas, la performance ne s'est jamais renouvelée deux fois de suite.

Cette instabilité plus ou moins grande de l'ajustement, le caractère progressif de l'amélioration de la fréquence des lancers réussis, le grand nombre de tâtonnements nécessaires, sont autant d'aspects qui témoignent des limites dans lesquelles s'exerce le contrôle intentionnel de la programmation des remaniements du lancer, à partir de l'anticipation du résultat de ces corrections, et suggèrent, par contre, l'intervention conjointe dans le mécanisme de l'ajustement, d'un processus sélectif de renforcement. L'amélioration progressive des résultats s'oppose à la soudaineté de l'acquisition qui est pour certains auteurs, la marque des apprentissages dits « intelligents » consistant en une restructuration active d'une situation perceptive et cognitive. Elle semble vérifier, par contre, la « loi de fréquence » caractéristique du renforcement, qui lie, selon HULL (1943), l'« intensité de la connexion », c'est-à-dire l'« accroissement de la tendance que possède l'excitant à évoquer une réaction ultérieurement », au nombre des renforcements.

4. Le processus de renforcement

Comme dit LE NY (1961, p. 134) « On peut toujours « vouloir » limer droit, bien jouer du violon ou dessiner harmonieusement, on n'y parvient en fait que par un long apprentissage, par un conditionnement progressif aux signaux convenables, visuels, kinesthésiques, auditifs, et par la lente différenciation des mouvements qui confèrent la maîtrise de ces activités ». De même pour les lancers de précision, il semble bien que la modulation convenable du programme moteur de lancer pour son ajustement très précis à une localisation particulière de la cible, ne puisse se sélectionner et se stabiliser que peu à peu, au cours d'un nombre plus ou moins grand d'« essais » en éliminant d'autres remaniements inadéquats, ou « erreurs » en fonction de l'« effet » produit par le résultat de l'exécution.

La nature de cet effet est l'objet d'une controverse. Certes, *son rôle d'information est indéniable*. Disons, avec DE MONTPELLIER (1964, p. 81) qu'il agit

«en tant qu'informateur de ce qu'il faut faire ou ne pas faire pour réaliser une tâche donnée». L'auteur ajoute (p. 76) que «le mécanisme du renforcement est difficile à concevoir pour un sujet humain, indépendamment de toute évocation, au plan de la représentation ou du souvenir, de la réponse donnée et de l'effet agréable ou désagréable qui l'a suivie, c'est-à-dire de toute répétition intériorisée de la séquence excitant-réponse suivie de l'effet».

Pour TOLMAN (1949), le renforcement n'interviendrait également que pour confirmer ou infirmer «l'expectation que ceci (signes) donnant lieu à telle voie comportementale, mènera à cela (signifié)».

PAILLARD (1976 (a), p. 701) pense même «qu'on a pu invoquer à juste titre le rôle renforcateur de ces informations (à propos de la connaissance des résultats), comme capable de pallier l'absence de feedback sensoriel qui résulte des opérations de désafférentation», et d'expliquer ainsi la possibilité d'obtenir des conditionnements instrumentaux sur des animaux privés de proprioception.

Mais il est très vraisemblable que l'effet agisse également sur un plan affectif. Nous avons observé que la vue du ballon pénétrant dans le panier lors de l'exécution d'un tir de basket-ball, produisait manifestement chez nos sujets, un effet satisfaisant c'est-à-dire selon la terminologie de THORNDIKE (1913, p. 123) un «état que le sujet désire atteindre et conserver». L'augmentation progressive de la fréquence des lancers réussis, s'expliquerait, en partie, par l'effet renforcateur de l'état satisfaisant qui les accompagne, sur les liaisons s'établissant entre les processus perceptifs et moteurs correspondants. L'effet, ou le renforcement, sont dits «positifs». On peut penser, inversement, que les lancers incorrects sont éliminés progressivement, dans la mesure où le constat de l'échec produit sur l'organisme un effet «désagréable» ou un «état que le sujet tend à éviter» en remaniant ses lancers. Il s'agit alors d'effet ou de renforcement dits «négatifs».

Certaines données de la psycho-physiologie moderne semble confirmer l'intervention d'un système de renforcement dans les mécanismes de l'apprentissage. On a découvert dans l'hypothalamus le long du téléencéphale une aire dont la stimulation provoque certains effets de «récompense», conditionnant une attitude générale d'approche. Lorsqu'on donne à l'animal étudié la possibilité de se stimuler lui-même, il ne tarde pas à le faire de façon presque continue. Il s'agit bien apparemment d'un système de renforcement positif. Inversement une autre structure de l'hypothalamus dans la région médiane, préventriculaire, semblerait fonctionner comme un système de «punition» ou de renforcement négatif dont la stimulation détermine des comportements de retrait, d'évitement ou de fuite. Le système limbique interviendrait pour que des éléments affectifs s'intègrent en fonction de l'expérience passée à l'information fournie par les données sensitivo-sensorielles impliquées dans ces comportements (cf. KARLI, 1976).

Ce rôle renforcateur de l'effet implique évidemment l'existence d'une motivation, d'un besoin ou d'un désir à satisfaire.

De fait, il est impossible de rendre quelqu'un adroit malgré lui, si la réussite l'indiffère ou s'il manifeste, comme on dit couramment, de la « mauvaise volonté ». Nous avons vu par exemple, des élèves effectuer des lancers n'importe comment, dans l'intention évidente de n'en réussir aucun, soit pour défier le maître qui les avait réprimandés, soit encore par découragement, parce qu'ils ne progressaient pas assez vite à leur gré.

Ces cas furent heureusement exceptionnels. La plupart ont toujours manifesté au contraire, un intérêt aigu pour les tâches demandées et un désir certain de réussir. Il faut dire que les enfants éprouvent déjà, presque naturellement, beaucoup d'attrait pour les jeux d'adresse. Par surcroît, l'émulation a été favorisée par l'attribution d'une note sanctionnant les résultats à raison d'un point par tir réussi. L'auto-émulation fut également encouragée par la mise en valeur des progrès personnels accomplis. Par ailleurs, les enfants sont généralement sensibles à l'attitude des parents à l'égard des résultats scolaires. Ils subissent enfin, du fait d'une relation sociale spécifique maître-élèves, un certain ascendant qui détermine en partie leur comportement. Dans une certaine mesure, on pourrait dire que le maître, comme l'expérimentateur à l'égard du sujet⁽¹⁾ induit le comportement de l'élève au moyen de la consigne. Ajoutons, cependant, que l'attitude du sujet dépend également de l'interprétation qu'il se donne de la consigne, de la façon dont il apprécie l'approbation de l'expérimentateur, et de bien d'autres facteurs encore. Mais ce qui importe, en définitive, quelles que soient la diversité et la complexité des facteurs en cause, c'est que les réactions spontanées exprimant la satisfaction ou le dépit, observées après une séquence de lancers réussis ou des échecs répétés, n'ont laissé aucun doute sur le désir de réussir qui a motivé les sujets pendant toutes nos expériences⁽²⁾.

5. Automatisation de l'ajustement

Le renforcement ne dépend pas toujours nécessairement de la connaissance extéroceptive des résultats. L'activité de contrôle intentionnel exercée sur la

(1) IVANOV-SMOLENSKI (1955) a conditionné une réaction motrice simple à un stimulus lumineux initialement neutre, en utilisant une technique de renforcement verbal. La réaction qui consistait à appuyer sur une poire de caoutchouc, était déclenchée tout d'abord par l'ordre « appuie » considéré ici comme un stimulus absolu. Dans d'autres expériences, les auteurs renforcent de surcroît les réactions qu'ils souhaitent développer, en prononçant le mot « bien » pour sanctionner leur exécution.

(2) Il n'était pas rare de voir les élèves s'exclamer, sauter sur place, courir pour venir annoncer leur progrès au maître, ou à des camarades sans attendre la fin de la séance.

régulation du lancer à partir du traitement des informations visuelles n'interviendrait essentiellement qu'au début de l'apprentissage.

Dans un deuxième stade de l'acquisition, qualifié par ADAMS (1971, p. 129) de «moteur», quand l'apprentissage se poursuit dans des conditions identiques, *la «trace perceptive» des lancers réussis précédemment, deviendrait, avec la répétition, le modèle d'action, le comparateur, auquel les feedback proprioceptifs de l'exécution peuvent être confrontés pour apprécier les erreurs commises ou renforcer les exécutions conformes.* La réponse correcte pourrait se répéter et l'apprentissage se poursuivre, sans connaissance extéroceptive des résultats, au terme d'un processus d'automatisation progressive de l'ajustement qui libérerait ainsi l'activité cognitive de sa fonction de contrôle de la régulation.

Une certaine amélioration de la performance, d'un essai à l'autre, serait donc possible sur la seule base d'une information interne, par un effet dit de «renforcement subjectif». BILODEAU E.A. et BILODEAU I. McD. (1958, p. 379-383) l'ont mis en évidence dans une tâche motrice de positionnement de levier, où la connaissance des résultats fut supprimée 9 fois sur 10, dans chaque série de 10 essais. Il est vraisemblable comme le suggère ADAMS (p. 141) que «dans les premiers essais après le retrait de la connaissance des résultats, le sujet répète la réponse correcte parce qu'il se réfère à la trace perceptive forte provenant des derniers essais réussis avec connaissance des résultats; et chaque fois qu'il répète cette réponse correcte, la trace perceptive correspondante qui sert de modèle de référence, reçoit une force supplémentaire des stimuli feedback produits par la réponse. Il en résulte plus d'apprentissage et cela sans connaissance des résultats». ADAMS (p. 116) parle à ce sujet, de système «closed-loop» ou système en boucle fermée d'auto-régulation du comportement, où les erreurs de réponse sont détectées et corrigées, après chaque essai, par confrontation des feedback de l'exécution avec la trace perceptive des réponses correctes exécutées antérieurement que le sujet utilise comme modèle de référence.

Récemment WRISBERG (1975) a confirmé, après bien d'autres, cette possibilité de «renforcement subjectif» en montrant que l'information extrinsèque sur les erreurs commises n'est pas toujours nécessaire à l'acquisition.

Il est vrai qu'à partir d'un certain niveau d'apprentissage d'un lancer de précision, la confrontation immédiate des premiers feedback de l'exécution avec la partie correspondante de la trace perceptive référentielle, peut, par anticipation, informer le sujet du résultat du lancer, avant même que le résultat ait pu se manifester et se constater visuellement.

HENDERSON (1975) a démontré, dans une tâche de lancer de fléchettes sur une cible horizontale, la possibilité de prédire les résultats sans feedback

visuel (un dispositif photo-électrique éteignant la lumière dès le début du mouvement avant même que la fléchette soit lâchée). Il semble que cette prédiction s'améliore au cours de l'apprentissage, et qu'elle est plus précise avec des sujets adroits qu'avec des sujets maladroits. Elle serait par ailleurs plus efficace en ce qui concerne la valeur absolue de l'écart entre les fléchettes et le centre de la cible, qu'en ce qui concerne son orientation dans le plan sagittal ou transversal.

Nous avons fait personnellement une constatation comparable au cours d'un banal jeu d'adresse, consistant à lancer des morceaux de sucre dans une tasse placée sur une table à un mètre de distance, en poursuivant nos essais, les yeux fermés, supprimant ainsi toute contribution des informations visuelles à l'appréciation de l'exécution du geste en cours. Certes, la variation des sons perçus, selon que le sucre heurte le rebord ou le fond de la tasse ou la table alentours, peut donner une information sur l'importance de l'écart entre le point d'impact et la cible, mais ces informations auditives semblent beaucoup moins discriminantes que les informations visuelles, et en ce qui concerne l'orientation de cet écart par rapport au centre de la cible, elles paraissent encore plus indigentes. Nous avons observé qu'en ne disposant que de cette indication très grossière sur les résultats du lancer, nous avons encore la possibilité de corriger la programmation du lancer suivant. A tel point, que nous avons pu retrouver, à notre grande stupéfaction, le niveau de réussite obtenu préalablement les yeux ouverts (4 réussites sur 5 essais). Mais la privation des informations visuelles entraîne à la longue une détérioration des performances, et il semble très improbable que l'apprentissage puisse se poursuivre, c'est-à-dire que la précision puisse s'améliorer, s'il n'y a pas de temps à autre, un essai de rappel avec contrôle visuel des résultats, comme l'expérience de BILODEAU le laisse supposer.

Le concept de « copie d'efférence » de VON HOLTZ, selon lequel des duplicata des commandes motrices seraient transmis à des niveaux de structures très variés par des dérivations du système pyramidal, semble pouvoir apporter une possibilité nouvelle d'interprétation à la notion d'anticipation perceptive des résultats de l'exécution et, par suite, à la possibilité de détection des erreurs sans connaissance objective des résultats.

Différentes hypothèses ont été suggérées.

On peut tout d'abord généraliser le modèle explicatif de VON HOLTZ au contrôle des mouvements segmentaires, en considérant la copie d'efférence comme une copie littérale des commandes motrices à laquelle seraient confrontés les feed-back proprioceptifs de l'exécution. Tout désaccord entre les deux sources d'information permettrait ainsi de détecter une erreur du mouvement. A cela deux objections. Tout d'abord la copie d'efférence et les réafférences proprioceptives

s'exprimeraient dans des «langages» différents, selon l'expression heureuse de SCHMIDT (1975). Comment le dialogue serait-il possible dans ces conditions? Cela nécessiterait un recodage de l'information, mais quel en serait le mécanisme? De plus, ce modèle ne permet pas de savoir si le mouvement a atteint le but poursuivi (tel que la cible dans le cas d'un lancer de précision), il peut seulement signaler dans quelle mesure l'exécution du mouvement est conforme à celle qui était prévue.

JONES (1974) oppose à ce modèle de l'afférence (inflow model), son modèle de l'efférence (outflow model) basé sur un contrôle central de la copie des commandes motrices, de telle sorte que l'information anticipée sur le mouvement d'un membre serait suffisante pour pouvoir apprécier sa position finale par rapport au corps. FESTINGER et CANON (1965) ont proposé d'expliquer ainsi le calibrage de la position de l'œil dans l'orbite en arguant de la constance des charges exercées sur la musculature des yeux. Mais cette constance ne pouvant être admise quand il s'agit de la musculature du squelette, l'hypothèse de la localisation spatiale d'un membre à partir de l'enregistrement des seules commandes motrices, devient difficile à justifier.

Par contre SCHMIDT (1975) semble avoir pris en compte ces objections en distinguant nettement, dans son concept de schème catégoriel de réponse motrice qui est à la base de la «schema theory» de l'apprentissage moteur, le processus de programmation de la réponse de celui de l'appréciation de son exécution. Plus précisément, dans l'ensemble des relations établies au cours des essais antérieurs, entre le résultat désiré, les conditions posturales initiales, les spécifications du programme moteur, les conséquences sensorielles de l'exécution et le résultat obtenu, l'auteur différencie deux systèmes particuliers de confrontation entre les résultats obtenus et, d'une part, les spécifications de la réponse, d'autre part, les conséquences sensorielles (voir figure 3 ci-contre). Au premier correspond le schème de programmation de la réponse («recall schema»), au second le schème de reconnaissance de la réponse («recognition schema»). SCHMIDT considère que la copie d'efférence n'est pas un duplicata fidèle de l'efférence motrice. Il suggère de lui attribuer le rôle d'un indicateur, d'un témoin de commande motrice, afin que l'information reçue de la périphérie puisse être considérée comme le résultat d'un mouvement actif. Elle fournirait au sujet l'information précoce nécessaire qui lui permet, à partir du schème de reconnaissance de la réponse, d'anticiper les conséquences sensorielles attendues de l'exécution du mouvement («feed-forward») en fonction du résultat désiré et des conditions initiales particulières. Ce processus d'anticipation prépare l'organisme à la réception des feedback réels de l'exécution et à leur confrontation avec les feedback prévus, ce qui permet en cas de divergence, la détection instan-

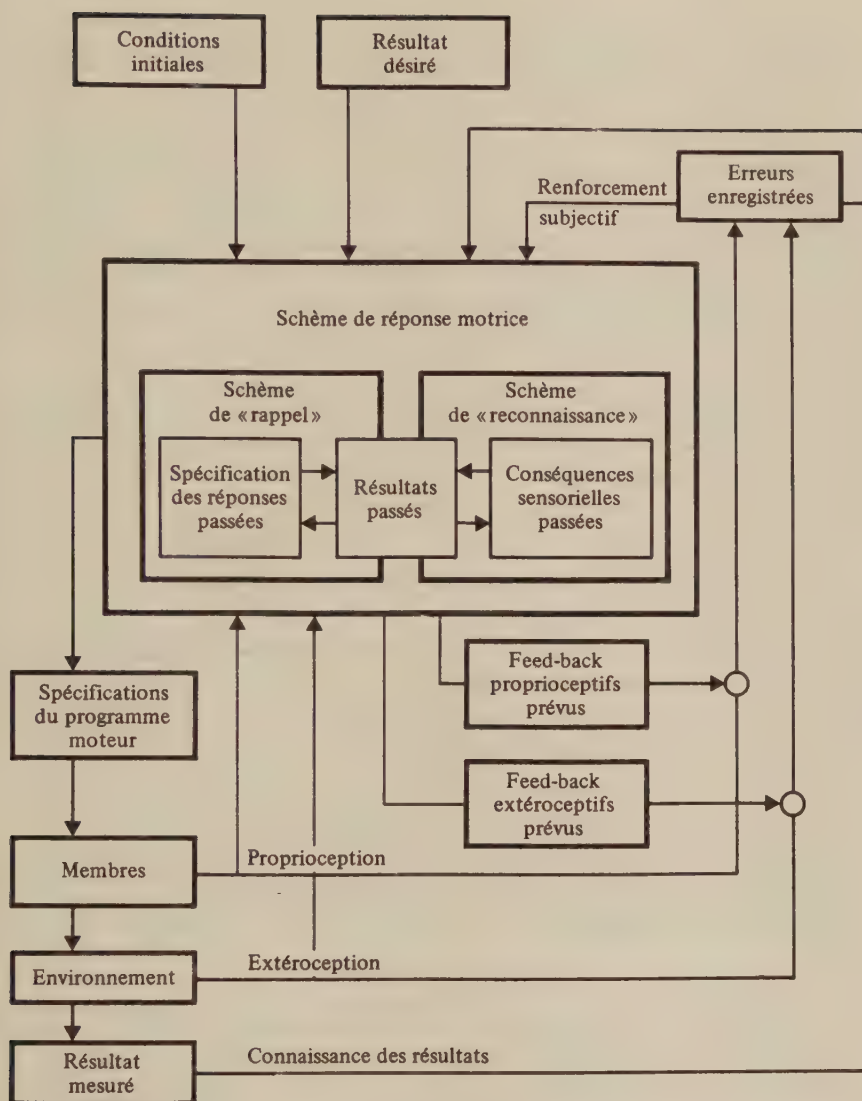


Fig. 3. — Diagramme des relations fonctionnelles entre le schéma de réponse motrice et les boucles de régulations qui se manifestent à chaque essai (selon SCHMIDT, 1975).

tanée d'un signal d'erreur. Le schéma de programmation de la réponse est informé de ce signal, soit directement, soit indirectement sous une forme plus élaborée. La présente théorie admet en effet qu'au cours d'un certain nombre de tâtonnements comportant plusieurs essais réussis, cette information brute sur l'appréciation de l'exécution est mise en relation avec la connaissance objective du résultat. Un système d'enregistrement des erreurs pourrait ainsi se constituer, permettant

de mieux interpréter, de coder, l'information véhiculée par le signal d'erreur pour en discriminer la signification catégorielle et la rendre opérationnelle. Compte tenu de l'effet de «renforcement subjectif» que le signal d'erreur (ou de conformité) produirait sur les spécifications correspondantes de la réponse, la correction du geste serait donc encore possible et l'apprentissage pourrait se poursuivre en l'absence momentanée d'une connaissance objective des résultats. Il faut bien admettre que l'efficacité du système d'enregistrement des erreurs n'a pu être acquise et ne peut se maintenir, sans la confirmation, de temps à autre, du codage de l'information interne en provenance du signal d'erreur, par la connaissance des résultats, et plus particulièrement de celui d'une réponse réussie.

Nous retrouvons chez de nombreux auteurs, cette notion d'engrammation dans une structure anticipatrice et motrice, d'un système complexe d'inter-relations entre les diverses modalités sensorielles qui interviennent dans l'exécution d'un mouvement.

Ainsi MASSION (1978, p. 44) considère que l'apprentissage moteur conduit à mettre en mémoire une «image» centrale du mouvement. Elle résulterait de la confrontation, d'une part, des informations sur l'espace dans lequel le mouvement s'effectue, d'autre part, des traces laissées par l'activité motrice et sensorimotrice associée aux mouvements précédents». EWARTS et THACH (1969) de même qu'HYVARINEN et PORANEN (1974) attribuent aux aires pariétales associatives 5 et 7 un rôle spécifique dans la construction de cette image du mouvement, et par conséquent de son organisation. Cette structure dont les efférences sont dirigées en grande partie vers le néo-cervelet, reçoit non seulement des informations sensorielles polymodales, mais également une copie des messages moteurs par l'intermédiaire de la voie cérébello-thalamo corticale (SASAKI et col. 1972).

Nous pouvons faire l'hypothèse de la différenciation au sein d'un schème général correspondant à un certain type de lancer, d'une image motrice particulière à propos des lancers réussis antérieurement. Elle ferait fonction de modèle d'action référentiel auquel la copie d'efférence du lancer actuel serait confrontée dès la transmission des commandes motrices aux organes d'exécution. Les erreurs éventuelles pourraient être détectées avant la prise en compte des feedback de l'exécution, voire même, pour un temps, en l'absence de toute «connaissance» des résultats.

B — INTÉGRATION DU PROGRAMME DE LANCER MANUEL DANS UNE ACTIVITÉ GLOBALE NOUVELLE OU INSUFFISAMMENT ACQUISE

L'apprentissage d'un lancer de balle sur cible peut supposer non seulement l'ajustement d'un programme balistique de projection de la main pour lancer le ballon sur une cible spatialement localisée, mais également l'intégration de ce programme dans une nouvelle activité corporelle globale, si la technique sportive concernée n'est pas encore acquise ou l'est insuffisamment.

Le plus simple lancer de balle est déjà un mouvement pluri-segmentaire complexe, dont l'exécution implique la régulation dia-synchrone de nombreuses coordinations motrices élémentaires au sein d'une structure gestuelle globale.

Ces coordinations sont dites «invariants» par UNGERER (1973) parce que leur structure se conserve inchangée quelles que soient la force ou la vitesse d'exécution. En ce qui concerne, par exemple, la phase de lancer proprement dit du tir de basket-ball d'une main de la poitrine, l'amplitude et la durée de l'abduction du bras et de l'extension de l'avant-bras peuvent varier pour modifier l'orientation et la puissance du tir, mais la structure d'exécution «synchrone» des deux actions segmentaires reste identique. Il en est de même pour la synchronisation des mouvements de flexion ou d'extension de la jambe sur le pied, de la cuisse sur la jambe et du tronc sur les cuisses, comme pour les autres coordinations motrices élémentaires impliquées dans le lancer.

Ces unités de base du comportement sont déjà toutes intégrées dans des programmes moteurs pré-déterminés génétiquement ou acquis au cours de l'enfance, dont le plan de cablage impose des contraintes et des limites à toute nouvelle acquisition. C'est pourquoi l'apprentissage d'une nouvelle activité nécessite toujours plus ou moins, comme l'avait déjà suggéré GUILLAUME (1947, p. 76) la «dissociation» d'un ou plusieurs «complexes primitifs». On comprend, de ce fait, dit PAILLARD (1976 (a), p. 707), qu'«apprendre un acte nouveau... ne consiste pas à créer de toute pièce un nouvel arrangement, en associant entre elles, suivant la séquence appropriée, les unités anatomiques disponibles dans la machinerie motrice. L'apprentissage moteur requiert avant toute chose la dislocation de certaines unités fonctionnelles préexistantes».

1. Intervention d'un système de contrôle intentionnel

La régulation de l'exécution étant centrale et automatique dans les programmes auxquels tout ou partie du geste à apprendre est assimilé, il faudra parfois, dans un premier temps, lui substituer une régulation externe de type intentionnel,

pour pouvoir en extraire les configurations séquentielles adéquates qui seront combinées dans une nouvelle organisation gestuelle.

Les remaniements et aménagements nécessaires sont sélectionnés, là encore, par approximations successives, en fonction des résultats obtenus au cours d'un certain nombre d'essais et d'erreurs, sous l'effet du renforcement. C'est la connaissance extéroceptive des résultats et leur interprétation, ce que PAILLARD (1976 (a), p. 701) appelle « feed-back cognitif », qui permet d'évaluer les réajustements moteurs à effectuer pour la correction des essais infructueux. C'est également par confrontation de l'exécution des lancers avec leurs résultats, que s'organise peu à peu l'image motrice anticipatrice du geste réussi, le projet de l'acte à accomplir.

Certaines séquences partielles du lancer s'exécutent souvent, au début, indépendamment de celles qui les précèdent, sous le contrôle d'informations extéroceptives distinctes. WALLON (1959, p. 271) pense que « tout mouvement à apprendre dont le modèle nous est donné de l'extérieur, n'est tout d'abord qu'une simple image visuelle, et il faut donc commencer par la décomposer dans ses éléments visibles et faire coïncider avec chacun la position correspondante de nos membres ». Il arrive ainsi que le retrait de la main gauche pendant la période préparatoire du lancer de basket-ball s'effectue avant ou après le début de la poussée, au détriment de la précision du geste.

Cette intervention d'une activité de contrôle intentionnel dans la régulation de la motricité, se traduit généralement par une tension musculaire généralisée, l'exécution de mouvements parasites et une raideur caractéristique de ce stade initial de l'apprentissage.

2. L'automatisation du mouvement

Avec la répétition, la tension décroît progressivement, les actions musculaires se différencient, la dépense énergétique devient minimale. Les temps d'arrêt constatés primitivement entre les différentes phases du mouvement s'amenuisent et disparaissent complètement. La flexion des jambes, comme celle du bras « lanceur » prépare et déclenche l'extension suivante. Des synergies se constituent entre les mouvements correspondants des jambes et des bras, de même qu'entre la poussée de la main droite et le retrait de la main gauche. Comme dans tout apprentissage moteur, des coordinations motrices partielles, initialement distinctes, s'organisent dans des synergies séquentielles plus ou moins complexes, elles-mêmes intégrées dans une nouvelle configuration d'ensemble ou praxie motrice. Le mécanisme essentiel de cette structuration est celui de la prise en charge, par les réafférences proprioceptives d'abord, par une structure centrale de program-

mation du mouvement ensuite, du rôle de régulation interne de l'exécution, assuré initialement par la sensibilité extéroceptive.

Le concept sherringtonien de «chaîne de réflexes» selon lequel les réafférences proprioceptives issues de l'accomplissement de chaque phase du mouvement fournissent les informations déclenchant la phase suivante, a longtemps prévalu pour rendre compte de la succession de séquences motrices ordonnées dans l'exécution d'un mouvement. Cette interprétation est actuellement remise en cause par la notion neurophysiologique moderne de programmation centrale de l'acte moteur.

Il est néanmoins vraisemblable que les informations proprioceptives interviennent à titre transitoire dans l'élaboration d'un nouveau programme d'action, au niveau de la structuration interne du mouvement, avant que la régulation puisse être assurée centralement. De même, le rôle de la proprioception semble indéniable dans les circuits d'assistance réflexe, d'origine périphérique, intervenant pour compenser l'effet de facteurs imprévus de perturbation dans le déroulement de l'activité.

Quoiqu'il en soit, l'acte s'automatise en assumant sa propre régulation, ce qui décharge, peu à peu, le système de contrôle intentionnel des détails de l'exécution et le rend disponible pour de nouvelles fonctions.

Toute intervention ultérieure d'une activité consciente de contrôle dans cette auto-régulation, ne peut que perturber le déroulement du mouvement. Comme le fait justement remarquer WALLON (1959, p. 272), «si, dans le cours d'une action, un automatisme attire sur lui, l'attention, il faut que ce soit sur l'ensemble et non sur les détails de son exécution. Car il se trouve enrayé dès qu'une image pénètre dans son mécanisme... si descendant rapidement l'escalier, l'image des marches me vient à l'esprit, je risque bien de trébucher».

C — CONCLUSION

Au terme de cette analyse, il semble bien que les mécanismes impliqués dans l'ajustement d'un programme de lancer à des nouvelles conditions perceptives, comme ceux qui sont sollicités dans l'intégration éventuelle de ce programme moteur dans une nouvelle activité corporelle globale, supposent l'intervention de deux grands systèmes complémentaires de régulation.

- *Un système auto-régulateur à caractère automatique*, qui rend compte à la fois du contrôle central de l'exécution du programme de lancer, de ses possibilités propres d'ajustement immédiat à une certaine marge de variation des conditions

d'exécution conforme à sa flexibilité fonctionnelle, et de l'automatisation, par la répétition, des remaniements effectués, des coordinations sensori-motrices acquises et de leur réorganisation.

- *Un système adaptatif de contrôle intentionnel*, intervenant dans la correction des erreurs de lancer et dans toute acquisition de nouvelles coordinations sensori-motrices. Il se caractériserait par un traitement cognitif des informations sur les résultats de l'exécution confrontés à ceux des expériences passées, qui aboutit à une certaine stratégie dans l'orientation des corrections à effectuer, en fonction de l'anticipation des conséquences attendues de l'action et d'un critère affectif de satisfaction généralement associé à la réussite.

Ces deux systèmes semblent correspondre aux deux aspects «organisé» et «organisant» mis en évidence récemment par PAILLARD (1977) dans les fonctions motrices.

La longue évolution des organismes biologiques et leur fonctionnement se caractérisent par le nécessaire compromis entre ces deux moments du processus organisationnel : d'une part, une organisation «préexistante», stabilisée par sa réussite philogénétique, toujours plus complexe, fiable et redondante, un répertoire de patterns innés et d'automatismes acquis, assistés d'une machinerie auto-régulatrice, d'un système cybernétique de rétroactions correctrices ajustant automatiquement leur fonctionnement à une certaine marge de variations et d'imprévu des conditions d'exécution; d'autre part, une organisation «organisante» pouvant accroître l'état d'organisation du système, la capacité d'acquérir de nouveaux programmes d'action, soit par appropriation d'un modèle extérieur, soit par un processus d'innovation créatrice qui révèle, plus précisément, l'existence d'une fonction «auto-organisante». Ici, la reconnaissance plus ou moins instantanée, dans le bombardement des stimuli auquel est soumis le sujet, de structures d'information biologiquement significatives, auxquelles répondent des structures réactionnelles plus ou moins stéréotypées et finalisées; à l'opposé, les ressources de la motricité intentionnelle et anticipatrice, l'initiative exploratoire, les tâtonnements de l'expérimentation, tout un mode offensif de réponse à l'aléatoire, au bruit informationnel, la recherche de significations et la conquête de nouvelles stratégies d'action, en fonction de critères de convenance personnalisés. D'un côté, la fiabilité sécurisante des programmes moteurs assistés et de l'auto-régulation stabilisante; de l'autre, la plasticité créatrice permettant de s'affranchir, en partie, des contraintes de l'environnement et d'accéder à l'autonomie motrice. «L'une et l'autre demeurant étroitement solidaires; la seconde ne pouvant valablement s'épanouir qu'à l'abri des sécurités que lui fournit la première, laquelle ne peut accroître et même seulement maintenir son propre

potentiel que par consolidation des acquis de la seconde» (PAILLARD, 1977, p. 31).

Ces deux systèmes fonctionnels interviendraient conjointement dans les mécanismes de l'ajustement des lancers de précision. Au système «organisé» correspondraient, pour l'essentiel, l'acquisition, au cours des expériences passées, d'un programme moteur concernant un certain type gestuel de lancer, avec les mécanismes de spécification automatique de ce programme en fonction de la localisation de la cible, des référentiels posturaux et du poids du ballon, ainsi que la stabilisation et l'automatisation par auto-régulation des nouvelles acquisitions. Par contre, l'intervention d'un système de contrôle intentionnel dans la correction des erreurs au-delà d'une certaine marge de flexibilité adaptative, plus précisément, l'affinement des spécifications motrices en fonction de la confrontation de leur exécution avec la connaissance des résultats et de l'anticipation des effets de ces corrections, relèveraient plutôt de la fonction «organisante».

L'étroite solidarité fonctionnelle admise entre une organisation pré-existante fiable et une fonction organisante créatrice, ne pourrait-elle pas ouvrir la voie à une approche nouvelle du problème du transfert dans les conduites motrices ?

CHAPITRE III

HYPOTHÈSES SUGGÉRÉES PAR L'ANALYSE DES MÉCANISMES D'AJUSTEMENT DES LANCERS

A – TRANSFERT PAR SIMILITUDE GESTUELLE DES LANCERS ATTRIBUÉ A LA FLEXIBILITÉ D'UN PROGRAMME MOTEUR IDENTIQUE

Le concept moderne de «programme moteur assisté» semble pouvoir fonder une démarche théorique originale pour l'interprétation des phénomènes de transfert dans les conduites motrices.

Certes, nous ne connaissons pas encore le support biochimique des capacités de mémoire, d'engrammation, de stockage des automatismes acquis; ce qui n'interdit pas pour autant de postuler l'existence de structures neurophysiologiques correspondant à l'acquisition de nouvelles possibilités réactionnelles.

Quoiqu'il en soit, nous avons supposé que l'apprentissage d'un lancer de balle sur cible, comme tout nouvel apprentissage, aboutissait à la constitution d'un nouveau programme moteur également doté d'une certaine flexibilité adaptative. Le lancer aurait ainsi la possibilité de s'ajuster d'emblée à une certaine variation des conditions d'exécution, à une marge d'écart plus ou moins grande par rapport à la norme de fonctionnement que le programme peut tolérer. En conséquence, l'apprentissage d'une nouvelle modalité d'exécution de ce lancer, variant dans les limites de cette marge de flexibilité, sous réserve de ne pas modifier sa structure, en serait facilité.

Cette hypothèse explicative pourrait rendre compte de l'effet de transfert par «similitude des tâches», généralement interprété par référence au concept de «généralisation conditionnelle de la réponse», et à la propriété d'une structure motrice acquise, de pouvoir être reconnue instantanément, par transposition, dans des tâches similaires.

Nous ne pouvons pas, en ce qui nous concerne, définir la similitude des réponses motrices par la proportion plus ou moins grande des éléments communs qu'elles contiennent, comme c'est le cas dans beaucoup d'expériences sur le transfert. Si un geste à apprendre comporte avec un geste préalablement acquis, des éléments moteurs identiques, mais intégrés dans une structure motrice différente, les intrusions de la première réponse apprise ne pourront manifestement que perturber l'apprentissage de la seconde. Avec des activités motrices, il serait superficiel, erroné, de ne comparer que les mouvements élémentaires qui les composent, sans savoir comment ils s'articulent entre eux et s'ajustent en fonction d'une totalité organisée.

Nous optons ici, délibérément, pour une conception structuraliste de la similitude, en considérant que des activités motrices sont similaires quand elles présentent une structure fonctionnelle commune. Les actions segmentaires et les séquences partielles peuvent varier en amplitude, en intensité, ou en rapidité, elles peuvent concerner des effecteurs quelque peu différents, mais l'ordre dans lequel elles se succèdent, le rythme relatif de leur exécution, la manière dont elles dépendent les unes des autres et de l'ensemble au sein de synergies musculaires dia-synchrones, en un mot, leur organisation dans une totalité bien intégrée, doivent être identiques; ce qui réduit beaucoup la portée de l'effet de transfert attribué à cette similitude motrice.

Cette communauté structurale peut être mise en évidence par l'analyse biomécanique et fonctionnelle des mouvements, facilitée aujourd'hui par l'utilisation de techniques modernes d'investigation, telles que le cinéma au ralenti et le magnétoscope. En ce qui concerne les gestes relativement simples utilisés dans ces expériences, nous considérons qu'à partir de l'observation visuelle et d'une compréhension, acquise par la pratique, des articulations entre les différentes séquences motrices, l'étude fonctionnelle des mouvements peut atteindre un niveau d'analyse suffisant permettant d'apprécier leur plus ou moins grande similitude structurale. Prenons le cas des tirs de basket-ball d'une main et à deux mains de la poitrine, ou de deux modalités d'ajustement de chacun de ces tirs à des distances voisines de la cible. Ces lancers sont jugés similaires parce que, dans chacun d'eux, nous retrouvons la même attitude corporelle en station debout, une position de la tête semblable, un placement initial du bras identique, une synchronisation comparable d'actions segmentaires comme l'abduction du bras et l'extension de l'avant-bras, la même coordination entre les mouvements des jambes et des bras, qu'il s'agisse de la flexion ou de l'extension, et, pour chaque membre, la même succession des séquences motrices, la flexion préparant et déclenchant toujours l'extension suivante... la tâche consiste en outre, dans les deux cas, à ajuster l'orientation et la

puissance du tir à la distance d'une cible disposée horizontalement et à une hauteur constante.

Nous suggérons que les différences minimales observées entre ces mouvements, en ce qui concerne l'orientation et la puissance d'exécution d'un même lancer, ou l'utilisation d'une main ou de deux mains, correspondent à des variations fonctionnelles d'un même programme moteur, compatibles avec sa flexibilité adaptative. Il est donc possible de prévoir entre les différentes modalités de tirs de basket-ball, un effet positif de transfert dans les limites de cette marge de flexibilité. D'où la formulation restrictive de notre première hypothèse de recherche :

L'ajustement d'un lancer de précision n'est facilité par l'apprentissage préalable d'un lancer de précision similaire, qu'en fonction d'une structure gestuelle identique dans les deux tâches.

B – TRANSFERT PAR LA DIVERSIFICATION DES CONDITIONS D'EXÉCUTION, AMÉLIORANT LA FLEXIBILITÉ DU PROGRAMME DE LANCER UTILISÉ

Nous avons vu qu'aussi élaborés que puissent être les mécanismes de régulation automatique d'un programme de lancer pour son ajustement à la localisation spatiale de la cible, ils ne peuvent assurer d'emblée la réussite d'une modalité d'exécution qui exigerait une trop grande précision, ou se trouverait en dehors de la marge de variation tolérée par la flexibilité du système. Une activité de contrôle intentionnel interviendrait alors pour corriger les erreurs d'ajustement, en évaluant, à partir de l'interprétation des résultats, les remaniements à effectuer dans l'orientation et la puissance des lancers, en fonction de l'effet attendu de ces corrections.

Rappelons encore que ce processus de contrôle n'interviendrait surtout qu'au début de l'apprentissage, qu'il serait déchargé peu à peu de sa fonction de régulation de l'exécution par d'autres modalités sensorielles, et deviendrait superflu quand l'apprentissage se poursuit dans des conditions rigoureusement identiques.

Inversement, la diversification des conditions d'exécution et des situations d'apprentissage, ne serait-ce que la variation de la distance de la cible, en renouvelant constamment les problèmes d'ajustement et en retardant toute automatisation, devrait donc solliciter en permanence l'intervention de cette activité de contrôle.

De même que toute fonction s'améliore avec l'exercice, nous pouvons supposer que le contrôle exercé sur la régulation de l'ajustement, devient d'autant plus

efficace qu'il est sollicité plus fréquemment et activement. Le sujet apprendrait à être vigilant, à focaliser son attention sur les informations régulatrices pertinentes et à mieux discriminer les écarts entre la trajectoire du ballon et la cible. Il affinerait sa prise en compte des feedback. il perfectionnerait la stratégie acquise dans la manière de traiter ces informations, de les interpréter et d'en déduire les régulations compensatrices appropriées. Il pourrait enfin améliorer la maîtrise de ces corrections, en apprenant à mieux différencier les remaniements à effectuer et anticiper les effets de leur exécution.

Autrement dit, le sujet apprendrait non seulement à ajuster un programme de lancer à telle ou telle localisation spatiale de la cible, mais également à «changer» d'ajustement.

DUNCAN (1958) interprète déjà par le transfert d'une disposition au « changement », les résultats obtenus dans une épreuve d'ajustement perceptivo-moteur. La tâche consiste à déplacer un levier dans l'une des six encoches ou plus d'un dispositif en forme d'étoile (discrimimètre étoilé), en réponse à un stimulus visuel, qui est différent pour chaque encoche. Des sujets s'entraînent pendant 2, 5, ou 10 jours en utilisant 1, 2, 5 ou 10 programmes d'association par jour. DUNCAN constate que l'entraînement avec plusieurs programmes est plus efficace que celui qui porte sur un seul, même s'il dure moins longtemps. En s'entraînant même incomplètement à des programmes différents, le sujet semble avoir appris, non pas des liaisons spécifiques entre des stimuli et des réponses, mais une disposition à s'adapter, à savoir changer, à s'organiser pour découvrir plus rapidement les associations exactes,

De même FAMOSE (1971) a observé dans une expérience sur des parcours jalonnés d'obstacles, que l'apprentissage de parcours variés provoque un effet positif de transfert plus important que l'entraînement sur un parcours unique, lors de l'apprentissage d'un nouveau parcours.

OLÉRON G. (1964, p. 148) remarque que pour des raisons comparables, «un conducteur d'automobile qui n'a conduit qu'une voiture pendant très longtemps, est, en réalité, un conducteur moins accompli que celui qui a conduit pendant la même durée plusieurs voitures différentes».

Dans la pratique sportive, l'objectif essentiel de la pédagogie n'est-il pas, précisément, l'acquisition d'une certaine manière de réagir, par rapport aux adversaires et aux partenaires, à un certain type de situation en fonction de principes de base communs à tous les sports collectifs? Exemples : le *corps-obstacle*, consistant à interposer son corps entre l'adversaire et la balle à protéger; la *feinte*, le *soutien*, le *surnombre*... utilisés en attaque pour déjouer la vigilance adverse; le *repli* tactique en *défense individuelle* ou en *défense de zone*, dès que

la balle est perdue pour son équipe, etc... Ces *principes* concernent essentiellement la finalité de tel ou tel comportement. Chaque joueur conserve l'initiative des moyens d'y parvenir. L'entraîneur s'efforce de lui faire acquérir une plasticité, une souplesse de jeu, lui permettant, en présence d'une situation nouvelle, de trouver une réponse adaptée, où sa personnalité, son style, pourront s'exprimer dans le cadre du respect des principes de base évoqués ci-dessus.

La disposition acquise peut également se concevoir en termes de transposition structurale. GUILLAUME (1947, p. 82) considère que l'organisation sensorimotrice du mouvement, une fois acquise, se retrouve instantanément sans nécessiter de réapprentissage, dans des modalités d'exécution très différentes. « On sait que l'écriture individuelle conserve sa forme typique... quand on écrit sur le papier ou au tableau noir, bien que les mouvements du bras se substituent à ceux des doigts. Un violoniste n'est pas sensiblement gêné quand il passe de son instrument habituel à un autre plus petit, bien que tous les mouvements soient modifiés dans leur amplitude... Les éléments sont modifiés mais la forme demeure ». Il en est de même pour la maîtrise de l'équilibre qui se transmet presque d'emblée quand on passe d'une petite bicyclette à une grande et inversement, qu'on soit assis sur la selle ou debout sur les pédales.

En ce qui concerne les tâches d'ajustement de lancers de précision, ces « dispositions » acquises ne semblent pouvoir concerner que la flexibilité adaptative d'un programme spécifique de lancer. Par la pratique intentionnelle de remaniements multiples en fonction de la variation des conditions d'exécution, le programme de lancer pourrait améliorer sa flexibilité adaptative, et acquérir, de ce fait, une plus grande variabilité d'ajustement favorable à tout nouveau réajustement du même lancer ou d'un lancer similaire. Notre deuxième hypothèse de recherche sera donc la suivante :

L'ajustement d'un lancer de précision est facilité par la fréquence des réajustements de ce lancer, ou d'un lancer similaire, dans un apprentissage préalable, en fonction de la variété des conditions d'exécution.

Ces hypothèses vont dans le sens des constatations empiriques faites par de nombreux pédagogues, mais l'expérimentation proposée a pour objet d'en vérifier le bien-fondé, ainsi que les limites des effets de transfert prévus et les conditions de leur manifestation.

CHAPITRE IV

TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE UTILISÉE

A — PRINCIPE DE L'EXPÉRIMENTATION

La vérification expérimentale consistera à faire varier le facteur de transfert supposé dans chacune des hypothèses :

- d'une part, la similitude des mouvements dans deux tâches successives de lancers de précision (une tâche préalable d'entraînement et une seconde tâche dite de « transfert »),
- d'autre part, le nombre de changements de distance de la cible au cours de l'entraînement,

et à observer l'effet produit par ces variations sur les résultats obtenus dans la tâche de transfert.

B — MESURE DES RÉSULTATS

Une ou plusieurs séries de 10 essais seront effectuées dans la tâche de transfert, et notées sur des fiches de résultats individuels. Chaque essai donne un point quand il est réussi, et zéro quand il est manqué. Le score, ou nombre de points obtenus sur 10 essais, sera le critère de mesure des résultats.

C — CONTRÔLE DES VARIABLES

Les résultats obtenus dans une tâche de lancer de balle sur cible peuvent dépendre de nombreuses variables, dont les effets viennent s'ajouter ou s'opposer à celui de la variable manipulée.

Une des préoccupations majeures de la technique expérimentale sera de contrebalancer ces effets « parasites » entre les groupes de sujets à comparer, afin que toute modification des scores observés ne puisse être attribuée qu'à l'effet de la variation du facteur de transfert étudié.

1. Contrôle direct des variables facilement isolables.

Pour un certain nombre de variables bien connues, le contrôle sera assuré en maintenant leur action égale et constante sur tous les sujets, qu'il s'agisse des variables de « situation » concernant la cible, le ballon, l'environnement, la température, le vent, l'ensoleillement, etc..., des « consignes » relatives à la tâche et de l'« attitude » de l'expérimentateur, ou de certains « facteurs individuels » comme l'âge, le sexe, le niveau scolaire, le milieu socio-économique...

Ainsi les lancers seront effectués avec des ballons de poids et de volumes identiques, dans des paniers de basket-ball standardisés ou sur des médecine-balls d'égale grosseur, dans une même salle, à l'abri des intempéries. Nous limiterons nos interventions à des consignes strictes sur la tâche à accomplir, avec démonstrations devant l'ensemble des sujets pour préciser la technique des lancers et la distance de la cible, le nombre de tirs à effectuer, leur répartition dans le temps et la notation des résultats. Nous éviterons, par ailleurs, toute intervention particulière au cours des épreuves, et adopterons une attitude constante de stricte neutralité. Enfin, les groupes expérimentaux seront constitués de garçons ou de filles de 11, 12 ou 13 ans, élèves des mêmes classes de 6^e ou 5^e d'un lycée de la banlieue parisienne, habitant la même ville et appartenant à des milieux socio-économiques équivalents.

2. Contrôle indirect d'autres variables par la technique probabiliste des groupes « appareillés ».

Pour des variables intermédiaires, inhérentes au sujet, le contrôle est plus difficile, voire impossible, à réaliser directement. Nous savons qu'elles existent, sans pouvoir les isoler et en mesurer l'importance.

Par exemple, des sujets en bonne condition physique, équilibrés, attentifs et motivés, obtiennent de meilleurs résultats aux lancers de précision, que des sujets fatigués, instables, distraits ou indifférents à la réussite. L'état de santé, le tempérament, le niveau de vigilance, le degré d'anxiété, mais aussi le désir de réussir, le niveau d'aspiration, de même que le contenu des activités entre les séances d'apprentissage, les expériences sensori-motrices passées, etc... sont autant de facteurs de variation qui varient d'un sujet à l'autre, indépendamment de la volonté de l'expérimentateur.

Nous pouvons supposer, malgré tout, que leur répartition dans des échantillons pris au hasard, dans une même population d'enfants, serait d'autant plus comparable que ces échantillons sont plus importants et équivalents à beaucoup d'égards.

Le résultat trouvé à partir de groupes restreints, ne peut se généraliser à l'ensemble des enfants possédant les mêmes caractéristiques que si les échantillons utilisés sont «représentatifs» de cet ensemble. A cet effet, il serait souhaitable de pouvoir expérimenter sur un grand nombre de sujets pris au hasard dans la population considérée, avec une distribution des scores individuels à peu près «normale», au sens GAUSSIEN du terme, à l'intérieur de chaque groupe.

Or, étant donné l'effectif limité d'élèves dont nous disposons et les déchets dus à l'absentéisme, nos échantillons expérimentaux n'ont totalisé généralement qu'une vingtaine de sujets au maximum.

Pour pallier cette insuffisance d'effectif, il était nécessaire de rendre les groupes le plus «équivalents» possible. Certes, des échantillons ne sont jamais équivalents d'une manière absolue, mais ils peuvent l'être, comme nous l'avons déjà signalé, par l'âge, le sexe, le lieu de résidence, l'établissement fréquenté, le niveau scolaire, etc... et surtout, ils peuvent être équivalents du point de vue de l'adresse particulière sollicitée dans l'exécution de la tâche de transfert, avant tout entraînement.

Dans ce but, tous les sujets passeront, initialement, un pré-test d'au moins 10 essais de la tâche de transfert. Sur la base des résultats obtenus, ils seront répartis, également, entre chacun des groupes «expérimentaux» soumis ultérieurement à différentes modalités d'entraînement, et un groupe «contrôle» sans aucun entraînement spécifique.

Les groupes sont dits «appareillés», parce que non seulement les scores moyens sont égaux, mais les scores individuels correspondent terme à terme et les indices de dispersion sont de ce fait identiques. Ces conditions initiales d'équivalence entre les groupes à comparer, permettent ainsi de mieux contrebalancer l'effet des facteurs individuels de variation, de même que l'effet d'autres variables «parasites» pouvant intervenir au cours de l'expérience.

3. L'intérêt du groupe «contrôle» pour la mesure du transfert.

Il peut se faire que le groupe «contrôle», soumis à une activité «neutre» sans rapport avec les lancers de précision, obtienne au post-test des résultats inférieurs à ceux du pré-test. Cette détérioration des performances peut être

attribuée à des facteurs ne concernant que les sujets en question. On pourrait, ainsi, évoquer l'effet de frustration susceptible d'être ressenti par un groupe restreint mis à l'écart des apprentissages variés proposés à l'ensemble des camarades de la classe. Il faut cependant remarquer que cet effet de frustration n'a pas joué également sur tous les groupes « contrôle », puisque certains ont, au contraire, amélioré leurs performances. De plus, la différence de scores observée entre le pré-test et le post-test est généralement négligeable et compatible avec l'hypothèse de nullité.

Mais cette variation peut dépendre aussi de certaines variables s'exerçant plus ou moins sur tous les sujets, comme par exemple l'effet d'apprentissage résiduel provenant du pré-test, une amélioration de la condition physique générale ou, à l'opposé, une certaine fatigue constatée fréquemment à la fin d'un long trimestre scolaire. L'effet de ces variables se manifesterait donc également sur les performances des groupes expérimentaux et s'ajouterait à l'effet du facteur de transfert étudié. C'est pourquoi nous avons déduit les scores du groupe « contrôle » de ceux des groupes expérimentaux, au niveau du post-test, pour mieux différencier la valeur numérique de l'effet de transfert.

Mesure du transfert

Mais cette valeur de transfert exprimée en nombre de réussites, ne permet de comparer que des effets de transfert se référant à un même score de groupe « contrôle ». En réalité, un gain identique de réussites représente un effet de transfert d'autant plus important que le score du groupe contrôle de référence est plus petit, et inversement.

Pour pouvoir éventuellement comparer des effets de transfert correspondant à des scores de groupes contrôles différents, comme c'est le cas d'une expérience à l'autre, nous évaluerons le transfert en pourcentage par rapport aux performances du groupe contrôle.

Soit E la valeur des scores de post-test du groupe expérimental, C la valeur des scores du groupe « contrôle », le taux de transfert sera égal à $\frac{E - C}{C} \times 100$.

4. Vérification expérimentale de l'effet de certaines variables.

Nous consacrerons accessoirement quelques expériences au contrôle de l'effet de certaines variables, telles que la sensibilité à l'apprentissage, l'effet de mise en route et la difficulté relative des lancers en fonction de l'éloignement de la cible, qui est liée au problème plus général de l'ordre chronologique des tâches.

5. Vérification statistique de l'hypothèse de nullité.

Quelles que soient les mesures prises pour contrôler l'effet de tous les facteurs de variation pouvant intervenir sur les résultats observés, concurremment avec la variable expérimentale, il y a toujours un certain risque que ces résultats soient compatibles avec l'hypothèse dite «nulle» de l'absence d'un effet parent, d'une variation de scores aléatoire, due, par exemple, aux fluctuations de l'échantillonnage.

Nous vérifierons cette hypothèse de nullité avec une probabilité donnée, à l'aide d'un critère statistique appelé « t. de student ».

Nous considérons que la différence de scores observé (E - C) est significative de l'effet d'un facteur de variation systématique, en l'occurrence, du facteur de transfert étudié, sur l'ensemble parent des sujets concernés, en admettant un seuil de probabilité au plus égal à 5% (.05) dans la vérification statistique de l'hypothèse nulle.

Nous n'avons pas utilisé des méthodes plus fines de traitement statistique, considérant que l'interprétation possible à partir de la vérification de l'hypothèse de nullité, était bien suffisante pour répondre au problème posé. Il s'agit en effet de situations expérimentales simples qui consistent toujours à confronter les effets de deux degrés de variation d'une variable indépendante, par rapport aux résultats d'un groupe contrôle.

Pour la même raison, la comparaison des variances des scores individuels des groupes expérimentaux et du groupe contrôle, n'interviendra que pour le calcul du « t. de student » et ne fera l'objet d'aucun traitement particulier.

Une analyse approfondie de ces variances permettrait sans doute de mieux différencier les résultats obtenus et de nuancer davantage leur interprétation. Nous avons constaté, en effet, que la variation des scores de post-test des groupes expérimentaux entre eux et par rapport au groupe contrôle, ne résulte jamais d'une variation homogène des scores individuels. La dispersion des différences de scores entre les sujets de ces groupes est plus ou moins grande. Ainsi l'effet de la tâche d'entraînement sur la tâche de transfert peut être plus ou moins différent, voire opposé, d'un sujet à l'autre, à l'intérieur du même groupe. Autrement dit, des différences individuelles très nettes peuvent exister au point de vue de la sensibilité aux effets de transfert. De même que les scores individuels varient inégalement du pré-test au post-test, d'un groupe contrôle à un autre, bien que la variation moyenne de ces scores soit généralement négligeable. Ce qui est somme toute, assez banal de constater puisque le recours à la technique des groupes appariés et l'interprétation des résultats en termes probabilistes, est précisément lié à l'existence de ces différences individuelles.

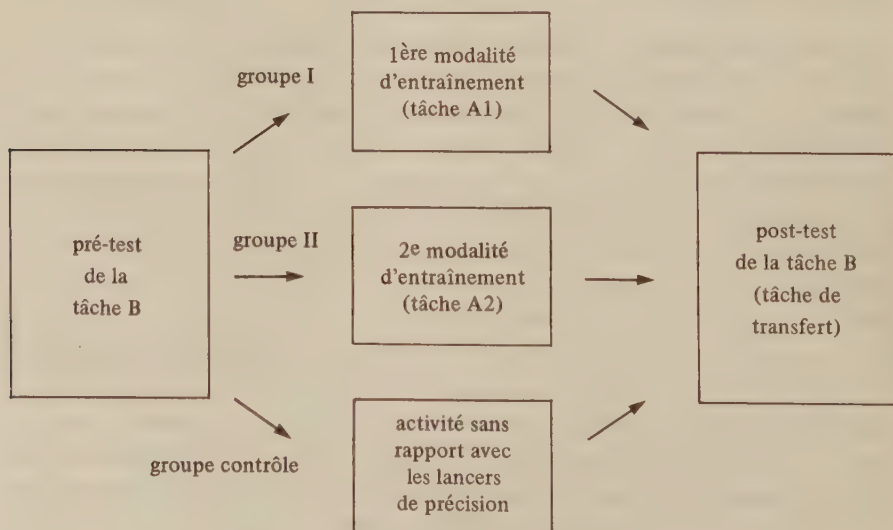
Nous avons observé, par ailleurs, aucune variation systématique de ces indices de dispersion, d'un groupe à un autre, en comparant les scores obtenus au post-test dans toutes les expériences du même type.

Dans ces conditions, nous avons pensé que toute référence particulière à ces variances, dans l'analyse des résultats, ne ferait qu'alourdir l'exposé, sans rien apporter d'essentiel en ce qui concerne l'objet de l'expérimentation.

Par contre, une étude comparative des courbes d'apprentissage concernant les différentes modalités d'entraînement proposées dans la première tâche, apporterait, sans nul doute, des indications utiles pour l'interprétation de certaines variations des effets de transfert observés au niveau de la 2^e tâche. Nous avons l'intention de nous y consacrer expressément dans des travaux ultérieurs.

D – PLAN EXPÉRIMENTAL

L'insuffisance des effectifs disponibles ne nous a pas permis de réaliser des plans d'expériences complets, ni d'étudier toutes les interactions possibles entre les variables manipulées. N'ayant pu constituer, le plus souvent, que trois groupes d'une vingtaine de sujets (2 groupes expérimentaux et 1 groupe contrôle), nous avons dû nous résoudre à de multiples expériences partielles réparties sur plusieurs années, pour pouvoir comparer deux par deux, les effets des divers degrés de variation des facteurs de transfert étudiés. D'où le plan expérimental classique, généralement adopté, conformément au diagramme ci-après :



L'âge et la classe des élèves ayant varié plus ou moins au cours de ces investigations, de même que la période disponible au cours de l'année scolaire, il ne faudra pas s'étonner si les scores de pré-test diffèrent parfois sensiblement d'une expérience à l'autre. En principe, la mesure du transfert en pourcentage, a pour objet de répondre à cette disparité initiale.

Cependant nous n'insisterons pas sur la comparaison des expériences entre elles, préférant considérer chacun des résultats expérimentaux comme autant de vérifications redondantes des hypothèses.

CHAPITRE V

EFFET DE LA SIMILITUDE GESTUELLE

A – LES TÂCHES DE LANCER UTILISÉES

Pour que les expériences puissent s'intégrer dans la programmation de l'ensemble des activités physiques et sportives pratiquées dans l'établissement scolaire, sans trop les perturber, les lancers utilisés dans nos tâches ne pouvaient être que des lancers de types sportifs.

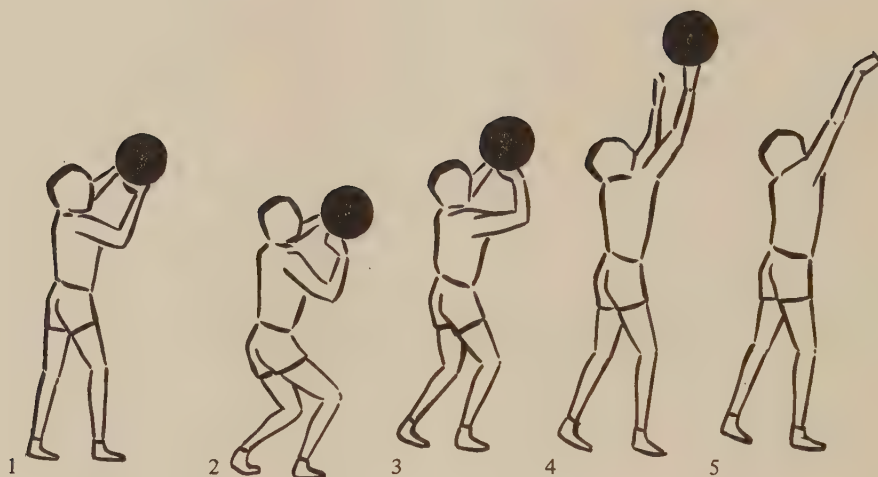
Dans la brève analyse descriptive qui en est faite ci-après, ils seront présentés dans un ordre de similitude décroissante. Les illustrations imagées ont été réalisées à partir de photographies extraites de séquences filmées jalonnant le déroulement de chaque mouvement à travers des moments caractéristiques de leur exécution.

1. Tir de basket-ball d'une main, de la poitrine

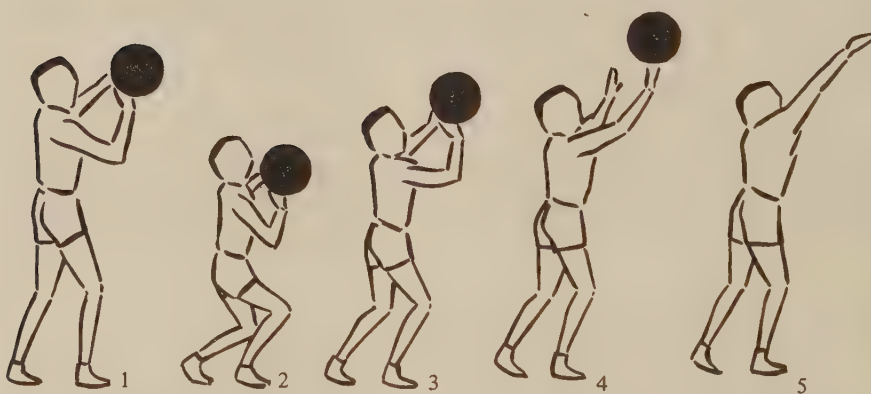
Position de départ (fig. 4, 1) : Le corps est en station droite les deux pieds décalés sagittalement, jambe droite en avant, jambe gauche en arrière. Les yeux sont fixés sur la cible. Le ballon est tenu à deux mains, main droite en dessous, en pronation, bras fléchi devant la poitrine, main gauche au-dessus.

Flexion préparatoire (fig. 4, 2) : demi flexion des jambes avec adduction et flexion accentuée des bras.

Lancer proprement dit (fig. 4, 3, 4 et 5) : Exécution synchronisée d'une extension rapide des jambes, d'une élévation du bras droit et d'une extension de l'avant-bras, suivie d'une flexion ultime de la main. La main gauche lâche le ballon en s'écartant sur le côté dès le début du lancer.



- de près



- de loin

Fig. 4. — Tir de basket ball, d'une main, de la poitrine, à une distance plus ou moins proche du panier.

Chaque action segmentaire s'imbrique dans la précédente sans le moindre arrêt. Les mouvements se déclenchent successivement pour se terminer en même temps. Il en résulte une vitesse d'exécution progressivement accélérée, une poussée croissante sur le ballon qui atteint son maximum quand le corps est en extension complète.

La trajectoire du tir est nécessairement courbe pour que le ballon puisse pénétrer de haut en bas dans un cercle de 0,45 m de diamètre ou « panier », orienté horizontalement à 3,05 m du sol, et à une certaine distance du tireur ⁽¹⁾. Comme dans tous les tirs, c'est l'angle que fait avec l'horizontale la direction suivie par le ballon au cours de la poussée ou « angle de tir », et la vitesse acquise par le projectile à la fin de cette poussée, ou « vitesse initiale », qui spécifient les paramètres de cette trajectoire.

L'analyse comparée des montages photographiques de la figure 5, concernant des tirs exécutés à 1 m et à 1,60 m de la cible, illustrent les modifications du geste de lancer et de la trajectoire du ballon, nécessitées par la variation de la distance de la cible. En particulier, l'élévation du bras au cours de la poussée, est plus grande dans le tir de près que dans le tir de loin.

De même, la poussée exercée sur la balle varie en fonction de la distance de la cible. Il va de soi que ces modifications s'amenuisent pour devenir négligeables, quand l'écart entre les distances de la cible diminue. En conséquence, les tirs de basket-ball seront d'autant plus similaires, que l'écart entre les distances du panier est plus petit.

2. Tir de basket-ball à deux mains de la poitrine

Ce lancer présente une grande communauté de structure gestuelle avec le précédent (voir fig. 6). La même analyse descriptive peut être faite, à la différence près, que, dans ce tir, le mouvement synchrone d'abduction du bras et d'extension de l'avant-bras, suivi de la flexion ultime de la main en fin de poussée, est effectué par les deux membres supérieurs, symétriquement, et non par un seul.

3. Tir de basket-ball à deux mains, par « enlevé »

Bien qu'il s'agisse encore, dans ce cas, d'un lancer de basket-ball, la structure gestuelle diffère sensiblement de celles des deux tirs précédents (voir fig. 6).

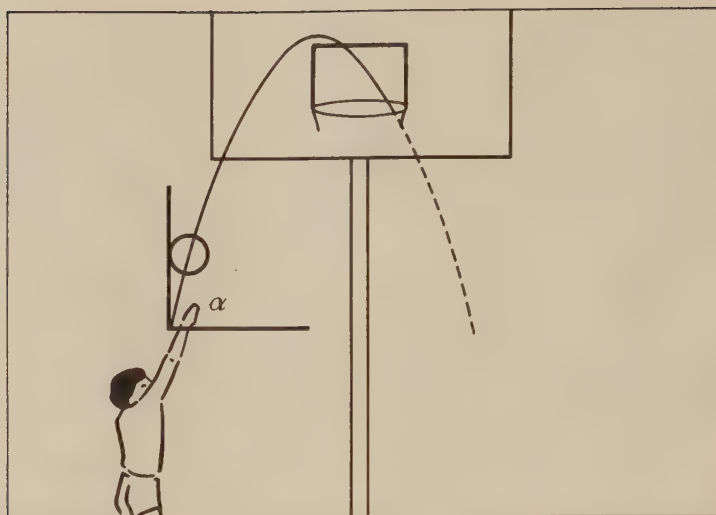
Le double appui des pieds au sol se prend cette fois-ci, latéralement.

Le ballon est maintenu au départ, devant la poitrine, les deux bras légèrement fléchis, mains en supination (fig. 6, 1).

Il est abaissé tout près du sol pendant la flexion préparatoire des jambes (fig. 6, 2), pour être lancé par une élévation des bras tendus, se terminant par une petite flexion latérale des mains (fig. 6, 3 et 4).

(1) Cette distance est mesurée entre la projection, sur le sol, du bord du panier et les pieds du tireur.

De près



De loin

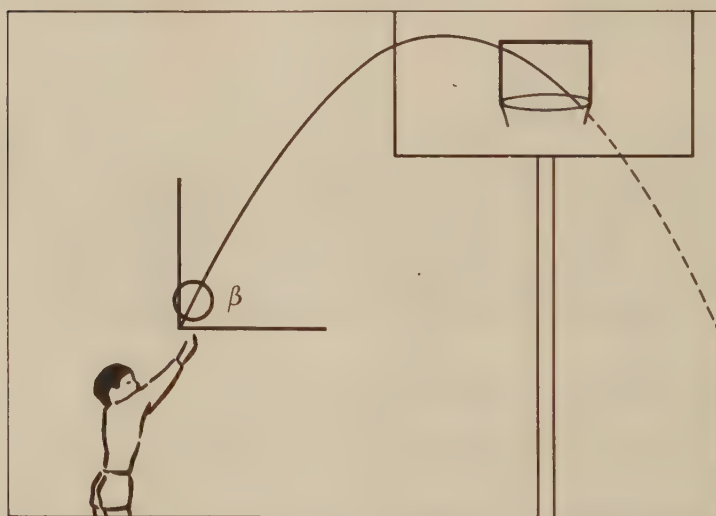
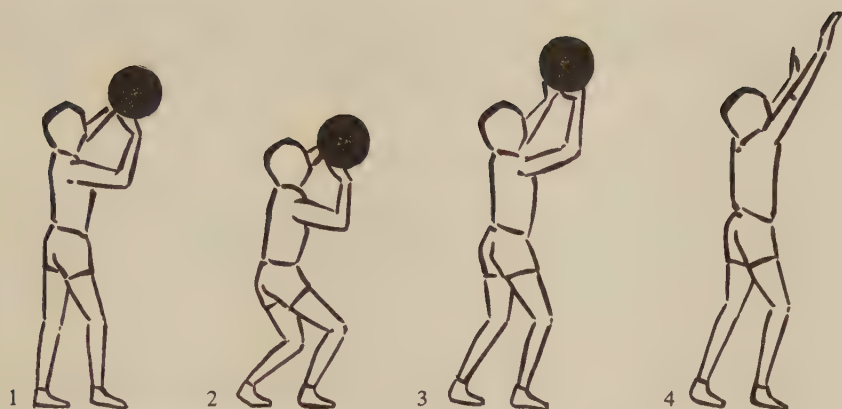
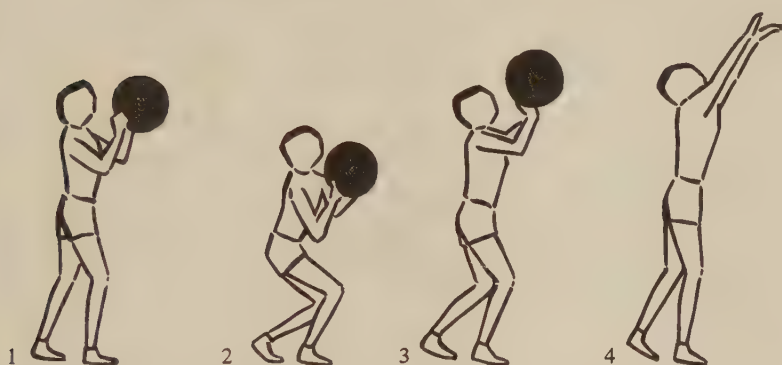


Fig. 5. — Analyse comparée des trajectoires dans deux modalités d'ajustement d'un tir de basket-ball d'une main de la poitrine, en fonction de la distance du panier.

Le mouvement des membres supérieurs se compose ainsi de deux actions segmentaires synchronisées et non de trois comme pour les deux autres tirs. Entre l'action partielle des bras et celle des mains, il n'y a pas de chaînon intermédiaire constitué par l'extension de l'avant-bras sur le bras, ce qui implique une répartition anatomique différente des muscles sollicités. De même la supination et la flexion



- d'une main de la poitrine



- à deux mains de la poitrine



- à deux mains par « enlevé »

Fig. 6. — Quatre phases caractéristiques d'exécution de trois tirs de basket-ball.

latérale des mains exécutées dans le tir par enlevé, et la flexion en pronation exécutée dans les tirs de la poitrine, correspondent à des contractions musculaires différentes.

4. Tir «javeloté» d'une balle de tennis

Ce tir est beaucoup plus distinct du tir de basket-ball d'une main de la poitrine, que ne l'étaient les deux autres tirs de basket-ball (voir fig. 7).

Certes, il s'agit dans tous les cas d'un lancer manuel, mais les mouvements diffèrent sur de nombreux points.

Déjà au départ, le corps est orienté face à droite, pied gauche en avant, pied droit en arrière (fig. 7, 1).

L'élan préparatoire est provoqué par un *armé* du bras droit, loin derrière la tête (fig. 7, 2), suivi d'un *face avant* rapide du bassin et du tronc, qui a pour effet, essentiellement, d'étirer le muscle pectoral (fig. 7, 3).

Cet étirement facilite par voie réflexe, les contractions musculaires dont résultent la projection du coude en avant et l'extension accélérée de l'avant-bras, qui se succèdent dans un mouvement de *fouetté* (fig. 7, 4).

La trajectoire du tir, n'est plus courbe mais tendue, puisque la cible est un *medecine-ball* placé au sol à 6 m de distance.

5. Tir de football

La différence est encore plus radicale entre le tir de football et le tir de basket-ball (fig. 8).

Non seulement les segments corporels utilisés n'ont rien de commun, mais les coordinations sensori-motrices impliquées dans l'un et l'autre mouvement sont difficilement comparables.

Le corps étant en appui sur la jambe gauche, la cuisse droite est élevée en arrière (fig. 8, 1 et 2), pour être projetée aussitôt en avant, entraînant une flexion de la jambe sous l'effet de l'inertie, suivie d'une extension rapide au cours de laquelle le pied frappe le ballon, jambe mi-fléchie à l'aplomb du buste (fig. 8, 3 et 4).

Contrairement au tir de basket-ball, où la poussée résulte d'un double mouvement synchronisé d'extension des jambes et d'élévation des bras qui s'oppose à la pesanteur, dans le tir de football, la frappe est l'effet de l'accélération volontaire d'un seul mouvement d'abaissement de la jambe dû à la pesanteur et aux contrac-

tions réflexes des muscles fléchisseurs de la cuisse après leur étirement. Les bras n'ont qu'un rôle équilibrateur. Enfin le tir est tendu, puisque le coup de pied se fait à ras de terre, sur une cible placée au sol à 6 m de distance.



Fig. 7. — Tir «javeloté» d'une balle de tennis

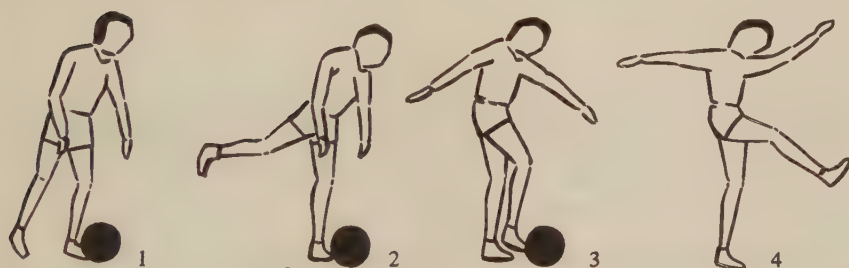


Fig. 8. — Tir de football

B - CHOIX DE TROIS CAS DE VARIATION DE LA SIMILITUDE

Nous vérifierons l'effet de la similitude gestuelle dans trois cas de variation de cette similitude. Dans chacun de ces cas nous ferons varier la similitude gestuelle des lancers entre une tâche d'entraînement et une tâche-test de transfert, et nous observerons l'effet de cette variation sur les scores réalisés dans la deuxième tâche.

1^{er} cas : les variations, par rapport à la tâche de transfert, sont très grandes entre une tâche d'entraînement très similaire et des tâches d'entraînement plus ou moins différentes. Ce que nous obtiendrons en faisant varier simultanément la technique gestuelle des lancers et la position de la cible.

Nous comparerons les résultats observés dans un post-test de tir de basket-ball à deux mains de la poitrine, à 1,40 m du panier, après un entraînement :

- 1 - à un tir très similaire, de basket-ball d'une main de la poitrine, à la même distance du panier,
- 2 - à une tâche différente de lancer «javeloté» de balle de tennis,
- 3 - à une tâche encore plus différente de tir de football, ces deux derniers tirs étant effectués sur un medecine-ball posé au sol à 6 m de distance.

2^e cas : la variation est limitée entre deux modalités d'entraînement plus ou moins similaires de la tâche de transfert. Elle ne concerne que les techniques gestuelles de lancer, l'emplacement de la cible restant identique.

Nous comparerons les résultats obtenus dans un tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier, après un entraînement dans une tâche très similaire de tir de basket-ball à deux mains de la poitrine, et une tâche peu similaire de tir de basket-ball à deux mains par «enlevé» effectué à la même distance du panier.

3^e cas : les variations sont minimales entre des modalités d'entraînement très similaires de la tâche de transfert, puisque les lancers seront identiques du point de vue de la technique gestuelle utilisée et ne différeront que par leur ajustement à des distances de la cible plus ou moins grandes.

Nous confronterons d'une part, l'effet de l'entraînement à 1,40 m à celui de l'entraînement à 1 m sur un post-test du même lancer à 1,60 m; d'autre part, l'effet de l'entraînement à 1,40 m à celui de l'entraînement à 1,20 m sur le même post-test à 1,60 m. Il s'agira, dans tous les cas, du tir de basket-ball d'une main de la poitrine.

Nous faisons l'hypothèse que dans chacun de ces cas, seule la condition de forte similitude, dans laquelle le programme sensori-moteur de lancer semble être identique dans les tâches d'entraînement et de post-test, autorise à prédire un effet positif de transfert attribué à la flexibilité adaptative de ce programme. De ce fait, nous devrions nous attendre à un effet nul de transfert dans les autres conditions de similitude, sauf dans le 3^e cas où les faibles écarts entre les degrés de plus ou moins forte similitude, devraient permettre d'observer des effets positifs de transfert plus ou moins importants.

C – EFFET D'UNE GRANDE VARIATION DE LA SIMILITUDE GESTUELLE ENTRE UNE TÂCHE D'ENTRAÎNEMENT TRÈS SIMILAIRE ET DEUX TÂCHES D'ENTRAÎNEMENT PLUS OU MOINS DIFFÉRENTES DE LA TÂCHE DE TRANSFERT (EXPÉRIENCE I)

Hypothèse

Nous supposons que la grande variation de la similitude gestuelle entre les tâches d'entraînement et de transfert, devrait se traduire par une variation très importante de l'effet de transfert dû à cette similitude entre :

- un effet massif de transfert positif, dans la condition de forte similitude entre les tirs de basket-ball d'une main et à deux mains de la poitrine,
- et, un effet nul, quand les gestes de lancer sont plus ou moins différents entre le tir javeloté d'une balle de tennis et le tir de football d'une part, et le tir de basket-ball d'autre part.

Procédure

Quatre groupes de 26 garçons de 5^e, âgés de 13 à 14 ans, sont appareillés sur la base des résultats d'un pré-test de 10 essais de tir de basket-ball à deux mains de la poitrine à 1,40 m du panier.

Trois d'entre-eux s'entraînent, respectivement, sur deux séances de 40 essais se succédant à 3 jours d'intervalle, dans les tâches plus ou moins similaires et différentes évoquées précédemment :

- le groupe I dans la tâche très similaire de tir de basket-ball d'une main de la poitrine à la même distance du panier,
- le groupe II dans la tâche différente de lancer javeloté d'une balle de tennis sur un medecine-ball posé au sol à 6 m de distance,
- le groupe III, dans la tâche très différente de tir de football sur le même medecine-ball à 6 m de distance.

Le quatrième groupe est un groupe « contrôle » qui est soumis à une activité neutre sans rapport avec des tirs de précision.

Trois jours après, tous les sujets sont de nouveau confrontés dans un post-test de 10 essais de la tâche de tir de basket-ball à deux mains de la poitrine à 1,40 m du panier.

Résultats (voir tableau 1)

Dans la condition de plus grande similitude des tâches, les scores de post-test du groupe I (4,68) sont nettement supérieurs à ceux du groupe contrôle (3,24). Le gain observé, 1,44 réussites en moyenne sur 10 essais, est très significatif de l'effet (parent) d'un facteur de variation systématique ($p < .0005$ pour $t = 5$) que nous attribuons à un effet positif de transfert. Sa valeur exprimée en pourcentage est de :

$$\frac{4,68 - 3,24}{3,24} \times 100 = 44,44\%$$

TABLEAU 1
(Expérience I)

Effet de la similitude gestuelle.

		TÂCHE B		
		tir de basket-ball à deux mains de la poitrine à 1,40 m du panier (score moyen sur dix essais)		
		avant	après	différ. av. ap. transfert
gr. I	TÂCHE A1 TRÈS SIMILAIRE tir de <i>basket-ball</i> d'une main de la poitrine à la même distance du panier	3,44	4,68	+ 1,24 + 1,44 (44, 44 %) signif. à .0005
gr. II	TÂCHE A2 DIFFÉRENTE tir « <i>javeloté</i> » d'une balle de tennis sur cible au sol à 6 m de distance	3,44	3,40	- 0,04 + 0,16 non signif.
gr. III	TÂCHE A3 TRÈS DIFFÉRENTE tir de <i>football</i> sur cible au sol à 6 m de distance	3,44	3,28	- 0,16 + 0,04 non signif.
gr. contr.	activité sans aucun rapport avec les lancers de précision	3,44	3,24	- 0,20

Composition des groupes : 26 garçons de 13-14 ans, élèves de 5^e.

Nombre d'essais dans les tâches A1, A2 et A3 : 80 (2 séances de 40 se succédant à trois jours d'intervalle). Période de l'année scolaire : juin.

Dans les deux autres conditions de tâches plus ou moins différentes, les variations observées de 0,16 et 0,04 réussites en moyenne sur 10 essais entre les scores de post-test des groupes II (3,40) et III (3,28) et ceux du groupe contrôle (3,24), sont insignifiantes et compatibles avec l'hypothèse nulle (H_0) d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 0,43$ et $0,22$).

Interprétation

Les résultats obtenus par le groupe I par rapport à ceux des deux autres groupes, confirment l'hypothèse d'un effet de transfert variant avec la similitude des tâches.

Nous constatons, comme prévu, une dichotomie des valeurs de transfert entre une valeur positive importante pour la condition de plus forte similitude et une valeur nulle quand les tâches d'entraînement et de post-test sont plus ou moins différentes.

L'écart suffisamment important entre le premier degré de variation de la similitude et chacun des deux autres, semble pouvoir expliquer la dichotomisation des résultats observés.

Dans l'expérience suivante, nous étudierons l'effet d'une première réduction de la variation de cette similitude entre les tâches d'entraînement et la tâche de transfert.

D – EFFET D'UNE VARIATION RÉDUITE DE LA SIMILITUDE GESTUELLE ENTRE DEUX TÂCHES D'ENTRAÎNEMENT PLUS OU MOINS SIMILAIRES DE LA TÂCHE DE TRANSFERT (EXPÉRIENCE II)

Hypothèse

La réduction, dans cette expérience, de la diversité des tâches de lancer à des différences de modalités gestuelles d'un même tir de basket-ball effectué à une distance identique de la cible (1,40 m), pourrait laisser envisager une variation entre deux effets positifs de transfert. Mais les structures gestuelles des lancers sont encore trop différentes entre le tir par enlevé et le tir d'une main de la poitrine, pour pouvoir supposer l'existence d'un programme moteur identique, comme c'est le cas semble-t-il entre le tir à deux mains de la poitrine et le tir à une main. Nous ferons donc l'hypothèse, comme précédemment, d'une variation

de la similitude des tâches suffisamment importante pour qu'elle se traduise par deux effets de transfert très différents :

- un effet massif de transfert positif dans la condition de forte similitude entre les tirs à deux mains et d'une main de la poitrine (groupe I),
- un effet nul dans la condition de faible similitude entre le tir par enlevé et le tir d'une main de la poitrine (groupe II).

Procédure (1) et Résultats (voir tableau 2)

Dans la condition de forte similitude des tâches entre les tirs de basket-ball à deux mains et d'une main de la poitrine, les scores de post-test du groupe I

TABLEAU 2
(Expérience II)

Effet de la similitude gestuelle.

TÂCHE B				
tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier (score moyen sur dix essais)				
	avant	après	différ. ap.-av.	transfert
gr. I	TÂCHE A1 TRÈS SIMILAIRE tir de basket-ball à deux mains <i>de la poitrine</i> à la même distance du panier			
	2,92	4,58	+ 1,66	+ 1,58 (52,66%) signif. à .0005
gr. II	TÂCHE A2 PEU SIMILAIRE tir de basket-ball à deux mains <i>par « enlevé »</i> à la même distance du panier			
	2,92	3,21	+ 0,29	+ 0,21 non signif.
gr. contr.	activité sans aucun rapport avec les lancers de précision			
	2,92	3,00	+ 0,08	

Composition des groupes : 24 garçons de 12-13 ans, élèves de 6^e.

Nombre d'essais dans les tâches A1, A2 : 120 (3 séances de 40 se succédant à 3 ou 4 jours d'intervalle). Période de l'année scolaire : octobre.

(1) Afin d'alléger les comptes rendus d'expériences, nous ne ferons plus désormais de commentaires, ni sur le plan expérimental adopté, quand il s'agira d'une procédure générale identique à la précédente, ni sur la nature des tâches, si elles ont déjà été évoquées dans la présentation de l'hypothèse. Nous nous contenterons d'indiquer, au-dessous de chaque tableau de résultats, la composition des groupes, le nombre des essais d'entraînement et leur répartition.

(4,58) sont encore nettement supérieurs à ceux du groupe contrôle (3,00). Le gain de 1,58 réussites en moyenne sur 10 essais est également très significatif de l'effet parent d'un facteur de variation systématique ($p < .0005$ pour $t = 4,58$) que nous pouvons attribuer à un effet positif de transfert. Sa valeur exprimée en pourcentage est de :

$$\frac{4,58 - 3}{3} \times 100 = 52,66\%$$

Dans la condition de faible similitude des tâches entre le tir par enlevé et le tir d'une main de la poitrine, la différence observée de 0,21 entre les scores de post-test du groupe II (3,21) et ceux du groupe contrôle (3,00), est négligeable et compatible avec l'hypothèse nulle (H_0) d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 0,66$).

Ces résultats confirment de nouveau l'hypothèse d'un effet de transfert variant avec la similitude des tâches, entre un effet positif pour la condition de forte similitude et un effet nul quand les tâches sont peu similaires.

E – EFFET D'UNE VARIATION MINIME DE LA SIMILITUDE ENTRE DES MODALITÉS D'AJUSTEMENT D'UN MÊME LANCER A DES DISTANCES DE LA CIBLE PLUS OU MOINS VOISINES

1. Effet d'une grande variation de l'écart entre les distances de la cible (Expérience III)

Procédure

Les tâches d'entraînement sont des tirs de basket-ball d'une main, de la poitrine, effectués :

- à 1,40 m du panier, pour le groupe I
- à 1,00 m pour le groupe II.

La tâche de pré-test et de post-test est le même tir de basket-ball exécuté à 1,60 m.

Résultats (voir tableau 3)

Dans la condition de plus forte similitude entre les tirs de basket-ball à 1,40 m et 1,60 m, les scores de post-test du groupe I (3,69) sont là encore nettement supérieurs à ceux du groupe contrôle (2,69). L'amélioration d'une réussite

en moyenne sur 10 essais est significative de l'effet parent d'un facteur de variation systématique ($p < .02$ pour $t = 2,31$). Nous pouvons l'attribuer à un effet positif de transfert, dont la valeur exprimée en pourcentage est de :

$$\frac{3,69 - 2,69}{2,69} \times 100 = 37,17\%$$

Dans la condition de moins forte similitude entre les tirs de basket-ball à 1 m et 1,60 m de la cible, les scores de post-test du groupe II (2,62) sont presque identiques à ceux du groupe contrôle (2,69). L'écart de - 0,07 réussite sur 10 essais est négligeable et compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$).

TABLEAU 3
(Expérience III)

Effet de la similitude gestuelle.

TÂCHE B
tir de basket-ball d'une main de la poitrine
à 1,60 m du panier
(score moyen sur dix essais)

		avant	après	différ. ap.-av.	transfert
gr. I	TÂCHE A1 TRÈS SIMILAIRE même tir de basket-ball à 1,40 m du panier (écart de 20 cm entre les distances de la cible)	2,81	3,69	+ 0,88	+ 1,00 (37,17%) signif. à .02
gr. II	TÂCHE A2 MOINS SIMILAIRE même tir de basket-ball à 1 m du panier (écart de 60 cm entre les distances de la cible)	2,81	2,62	- 0,19	- 0,07 non signif.
gr. contr.		2,81	2,69	- 0,12	

Composition des groupes : 16 garçons de 12-13 ans, élèves de 6^e.

Nombre d'essais dans les tâches A1 et A2 : 80 (2 séances de 40 à 3 jours d'intervalle).

Période de l'année scolaire : juin.

Interprétation

Certes, l'hypothèse de la variation d'un effet de transfert en fonction de la similitude des tâches est de nouveau vérifiée.

Mais, contrairement à notre attente, cet effet semble se manifester par tout ou rien. Il n'y a pas de variation de l'effet de transfert entre deux valeurs positives, comme nous pouvions l'espérer eu égard à la plus ou moins forte similitude des tâches d'entraînement et de post-test.

Il faut croire que la similitude gestuelle correspondant à l'écart de 60 cm entre les distances de la cible à l'entraînement et au post-test, n'est pas encore suffisamment grande pour qu'un effet positif de transfert puisse se manifester. Contrairement aux apparences, deux modalités d'exécution du même tir de basket-ball à 1 m et 1,60 m du panier, n'impliqueraient peut être pas tout à fait le même programme moteur de lancer. C'est pourquoi dans la prochaine expérience, nous réduirons à 40 cm cet écart entre les distances de la cible de l'entraînement et du post-test.

2. Effet d'une faible variation de l'écart entre les distances de la cible (Expérience IV).

Procédure

Les tirs d'entraînement seront effectués :

- à 1,40 m pour le groupe I
- à 1,20 m pour le groupe II

Les tirs de pré-test et de post-test étant toujours exécutés à 1,60 m.

Résultats (voir tableau 4)

Les scores de post-test du groupe I (2,95), qui correspondent à la condition de plus forte similitude entre les tirs à 1,40 m et 1,60 m, sont nettement meilleurs que ceux du groupe contrôle (2,10) qui n'a bénéficié d'aucun entraînement. Le gain de 0,85 réussites en moyenne sur 10 essais est très significatif de l'effet parent d'un facteur de variation systématique ($p < .005$ pour $t = 3,25$). Nous pouvons conclure à un effet positif de transfert dont la valeur exprimée en pourcentage est de :

$$\frac{2,95 - 2,10}{2,10} \times 100 = 40,47\%$$

TABLEAU 4
(Expérience IV)

Effet de la similitude gestuelle.

TÂCHE B

tir de basket-ball d'une main de la poitrine
à 1,60 m du panier
(score moyen sur dix essais)

	avant	après	différ. ap.-av.	transfert
gr. I				
		</		

Composition des groupes : 40 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e.

Nombre d'essais dans les tâches A1 et A2 : 80 (2 séances de 40 à 3 jours d'intervalle).

Période de l'année scolaire : octobre.

Par contre, à notre grande surprise, les scores de post-test du groupe II (2,20) correspondant à une condition de similitude entre les tirs à 1,20 m et 1,60 m très proche de la précédente, ne sont guère plus élevés que ceux du groupe contrôle (2,10). L'écart de 0,10 réussites en moyenne sur 10 essais va bien dans le sens d'un effet positif de transfert dont le taux serait de :

$$\frac{2,20 - 2,10}{2,10} \times 100 = 04,76\%$$

mais statistiquement ce résultat est compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet ($p > .10$ pour $t = 0,54$).

Les effets de transfert observés dans les deux conditions de similitude pourtant très proches l'une de l'autre, restent encore très différents.

Interprétation et conclusion générale

Les résultats sont difficilement comparables d'une expérience à l'autre. En particulier la dernière expérience a été réalisée au début de l'année scolaire (octobre) non à la fin (juin) comme la précédente, et avec des sujets d'un an plus jeunes, d'où les scores initiaux très différents (1,62 au lieu de 2,81).

Bien que la mesure du transfert en pourcentage ait précisément pour but de pallier cette difficulté, elle ne peut éliminer le risque qu'une trop grande différence de score initial traduise une différence de niveau d'apprentissage pouvant interférer avec les effets de transfert à comparer.

Ces réserves étant faites, il est intéressant de constater que les différentes valeurs de transfert observées s'ordonnent en fonction du degré de similitude des tâches :

- un effet nettement positif (37,10 et 40,47%) dans l'une et l'autre expérience, quand la similitude est la plus forte entre les tirs à 1,40 m et à 1,60 m;
- un effet nul à tendance positive (4,76%) quand la similitude est un peu moins forte entre les tirs à 1,20 m et à 1,60 m;
- un effet nul à tendance négative (-2,60%) quand la similitude est encore moins élevée entre les tirs à 1 m et à 1,60 m.

Ces résultats semblent cohérents et concordent dans l'ensemble avec l'hypothèse d'un effet de transfert variant avec la similitude gestuelle, qui a déjà été confirmée dans les deux premières expériences.

Toutefois, cette variation n'a été significative qu'entre le seul effet positif de la plus grande similitude et l'effet nul des autres degrés de similitude. Nous n'avons jamais pu obtenir la variation entre deux effets de transfert positifs, à laquelle nous nous attendions avec la réduction progressive de l'écart entre le degré de plus forte similitude et les autres degrés de variation de cette similitude.

Ce constat suggère l'existence d'un SEUIL de similitude particulièrement élevé, ou d'un degré minimum de forte similitude gestuelle entre les tâches, au-dessous duquel il ne peut y avoir d'effet positif de transfert. Ce qui viendrait confirmer la spécificité des apprentissages moteurs mise en évidence par de nombreux auteurs.

F – CONTRÔLE DE QUELQUES VARIABLES SUSCEPTIBLES D'INTERFÉRER AVEC L'EFFET DE LA SIMILITUDE GESTUELLE

1. Contrôle de l'effet de « mise en route »

De nombreux auteurs, comme SCHMIDT et WRISBERG (1971), NACKSON et SCHMIDT (1971), WRISBERG et coll. (1975), ont signalé l'existence d'un effet de mise en route, qui perturberait les premiers essais de toute nouvelle tâche exécutée après une tâche bien apprise.

Bien que dans ces expériences, les tirs effectués lors du post-test ne soient pas absolument nouveaux puisqu'un pré-test de la même tâche précède l'exécution de la tâche d'entraînement, on peut s'interroger sur l'existence d'un effet comparable, se manifestant lors d'un bref réapprentissage au début du post-test et disparaissant après quelques essais. Un tel effet pourrait interférer avec l'effet de transfert sans qu'on puisse savoir la part qui revient à chacun d'eux dans les différences de scores observées entre les groupes expérimentaux et le groupe contrôle.

Le contrôle de cet effet de mise en route est réalisable, selon la méthode des « exercices successifs », en prolongeant immédiatement le post-test par l'exécution de plusieurs séries de 10 essais de la même tâche. Nous pouvons supposer que les perturbations qu'il provoque initialement seront mises en évidence par la confrontation des différences de scores réalisés par les groupes expérimentaux et le groupe contrôle au niveau du post-test, à celles des séries suivantes. Elles devraient se traduire par une amélioration des scores moins importante au post-test que par la suite, quand l'effet de transfert est positif, et par une diminution dans le cas d'un effet de transfert nul.

Nous devrions également pouvoir observer un décrochement au début de chaque courbe de variation des performances des groupes expérimentaux.

Cette hypothèse a été vérifiée dans l'expérience III en prolongeant le post-test par 5 séries de 10 essais.

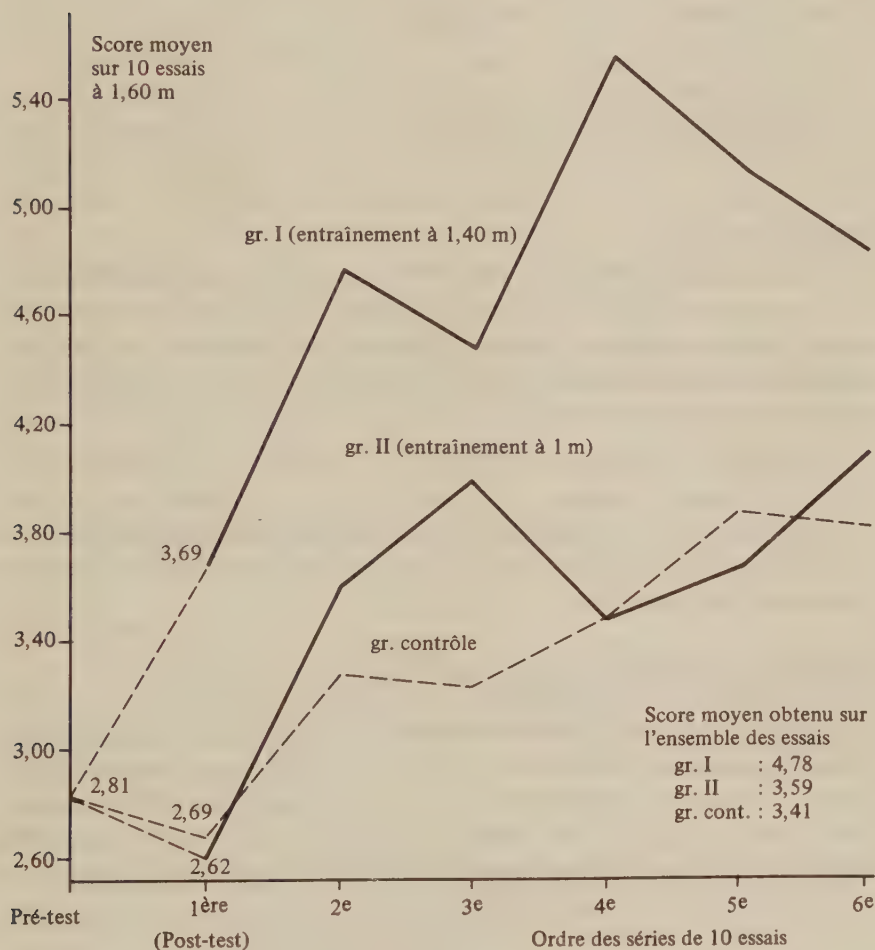
Résultats (voir graphique 1)

La comparaison des courbes d'apprentissage des groupes expérimentaux et du groupe contrôle au tir de basket-ball à 1,60 m du panier, révèle que la différence observée au niveau du post-test entre les scores du groupe I (3,69) et ceux du groupe II (2,62) par rapport à ceux du groupe contrôle (2,69), se retrouve sur l'ensemble des 6 séries de 10 essais. Le score moyen sur l'ensemble des essais est en effet de 4,78 pour le groupe I, 3,59 pour le groupe II et 3,41 pour le groupe contrôle.

GRAPHIQUE 1 (Expérience III)

Courbes d'apprentissage comparées dans une tâche de tir de basket-ball d'une main de la poitrine, à 1,60 m du panier :

- après un entraînement très similaire à 1,40 m (gr. I);
- après un entraînement moins similaire à 1 m (gr. II);
- sans entraînement (groupe contrôle).



Le tableau comparatif, ci-dessous, représentant les valeurs de transfert exprimées en pourcentage, montre la stabilité correspondante de la différence entre l'effet positif de l'entraînement très similaire à 1,40 m du panier (gr. I) et l'effet nul de l'entraînement moins similaire à 1 m (gr. II).

	Effet de transfert (sur l'exécution des tirs à 1,60 m)	
	au niveau du post-test	sur l'ensemble des 6 séries de 10 essais
groupe I (entraînement à 1,40 m)	+ 1,00 (37,17%)	+ 1,37 (40,17%)
groupe II (entraînement à 1 m)	- 0,07 (- 02,60%)	+ 0,18 (05,27%)

Interprétation

L'amélioration de l'effet de transfert au niveau de l'ensemble des 6 séries de 10 essais par rapport au post-test, va bien dans le sens de l'hypothèse d'un effet de mise en route. Mais elle est négligeable et ne semble pas, dans les conditions de notre expérimentation, pouvoir modifier sensiblement les différences de scores dues à l'effet de transfert.

Selon toute vraisemblance, la tâche de transfert n'est pas suffisamment nouvelle, en raison du pré-test qui la précède et de sa similitude avec la tâche d'entraînement, en particulier dans la condition de forte similitude entre les tirs à 1,40 et 1,60 m, pour qu'un effet de mise en route puisse en perturber sérieusement les premiers essais.

2. Contrôle de l'effet de l'éloignement de la cible

Nous avons constaté que certains enfants de 11-12 ans éprouvent déjà des difficultés particulières d'ajustement au tir de basket-ball d'une main de la poitrine, quand la distance du panier atteint 1,60 m. La puissance musculaire nécessaire pour envoyer le ballon à cette distance, semble être à la limite de leurs possibilités (1). Nous avons du reste éliminé pour cette raison les distances supérieures

(1) N'oublions pas que la distance est mesurée à partir de la verticale abaissée du bord du panier-cible au sol, et que ce panier est situé à 3,05 m de hauteur.

à 1,60 m, un grand nombre d'enfants ne pouvant même plus atteindre la cible dans ces conditions.

L'effort physique exigé à partir d'une distance maximale, propre au sujet, ne peut être que préjudiciable à la concentration nerveuse nécessaire à la maîtrise de l'ajustement. Nous retrouvons probablement là, un des aspects de la dualité entre le jeu « en force » et le jeu « en finesse » bien connue des sportifs.

D'autre part, la moindre variation angulaire dans l'orientation initiale du lancer, entraîne un déplacement de la trajectoire du ballon au niveau de la cible, d'autant plus important que la cible est plus éloignée. La tolérance concernant les fluctuations possibles de cet angle de tir, en fonction de l'écart entre le diamètre du panier et celui du ballon, est donc plus petite pour les tirs à 1,60 m que pour les tirs à 1,20 m par exemple.

Enfin nous avons vu que la trajectoire du ballon est déterminée également par la vitesse initiale du tir. Pour un angle de tir constant, cette vitesse s'accroît avec l'éloignement de la cible, ce qui réduit le temps déjà bref dont disposent les sujets pour contrôler le mouvement en cours d'exécution, bien que ce type de contrôle ne soit pas essentiel en ce qui concerne les programmes balistiques de lancer. Autant de raisons de penser que des difficultés particulières d'ajustement apparaissent à partir d'une certaine distance de la cible.

D'où l'hypothèse, qui va être vérifiée dans les expériences suivantes, d'une détérioration des performances dans les tirs de précision, en fonction de l'éloignement de la cible au-delà d'une distance maximale compatible avec l'ajustement, qui varie avec les possibilités physiques des sujets.

a) Variation de la précision des lancers en fonction de la distance de la cible (pré-expérience V).

Hypothèse

Nous supposons que les difficultés particulières d'ajustement qui commencent à se manifester chez les garçons de 11-12 ans, dans les tirs de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,60 m du panier, sont suffisantes pour que les performances soient moins bonnes à cette distance qu'à des distances inférieures.

Procédure

Nous avons comparé les scores réalisés par deux groupes de 16 garçons de 6^e, âgés de 11-12 ans, sur 120 tirs de basket-ball d'une main de la poitrine :

- à 1,20 m du panier pour le groupe I,
- à 1,60 m pour le groupe II,

après les avoir appareillés sur la base des scores obtenus dans un pré-test de 10 essais à 1,40 m.

Résultats (voir tableau 5)

Conformément à notre hypothèse, dès les 10 premiers essais, les scores sont bien meilleurs à 1,20 m (3,25) qu'à 1,60 m (2,06). La différence de 1,19 réussites en moyenne est significative de l'existence d'un effet parent que nous attribuons à la variation en sens opposé de l'écart de 20 cm entre chacune de ces distances et celle de la première tâche à 1,40 m ($p < .10$ pour $t = 1,59$).

La divergence s'accroît encore davantage à la fin de l'entraînement entre les scores à 1,20 m (4,12) et les scores à 1,60 m (2,37). La différence de 1,75 réussites en moyenne est très significative de l'existence de l'effet parent attribué à la variation de la distance de la cible ($p < .005$ pour $t = 3,18$).

De même, par rapport aux scores initiaux à 1,40 m qui ont servi de critères à l'appariement des sujets (2,06 réussites en moyenne sur 10 essais) les scores sont nettement supérieurs sur les 10 premiers essais à 1,20 (3,25) alors qu'ils sont identiques à 1,60 m (2,06).

Autres résultats expérimentaux

Cette variation de la précision des lancers en fonction de la distance de la cible, a été également confirmée dans la 2^e partie de l'expérimentation, où les sujets furent soumis à un entraînement au tir de basket-ball avec des changements systématiques de la distance de la cible entre 1,60 m et 1,20 m alternativement tous les 5 essais.

En comparant les scores moyens réalisés après chaque changement de distance pour 53 élèves de 6^e de 11-12 ans et 25 élèves de 4^e de 13-14 ans, nous avons constaté que chaque série à 1,20 m est toujours meilleure que la série suivante à 1,60 m, d'où l'allure typique en « dents de scie » des courbes qui illustrent cette variation des scores (voir graphique 2 ci-après).

Ces résultats confirment donc l'hypothèse de difficultés particulières d'ajustement des lancers de précision avec l'éloignement de la cible, qui semblent également concerner des garçons de 13-14 ans.

La question qui se pose alors, est celle de l'effet que ces perturbations de l'ajustement d'un lancer à partir d'une certaine distance de la cible, peuvent exercer sur le transfert positif auquel on peut s'attendre, quand la similitude gestuelle semble très forte avec une autre modalité d'ajustement de ce lancer à une distance de la cible très proche de la précédente.

TABLEAU 5
(Pré-expérience V)

Effet de l'éloignement de la cible

		Entraînement de 120 essais (score moyen)	
		sur les 10 premiers essais	sur les 10 derniers essais
Test sur 10 essais	tir à 1,40 m	2,06	
	tir à 1,20 m (gr. I)	3,25	4,12
		+ 0,87	
	tir à 1,60 m (gr. II)	2,06	2,37
		+ 0,31	
Différence de scores entre 1,20 m et 1,60 m :		1,19 (signif. à .10)	1,75) (signif. à .005)

Composition des groupes : 16 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e.

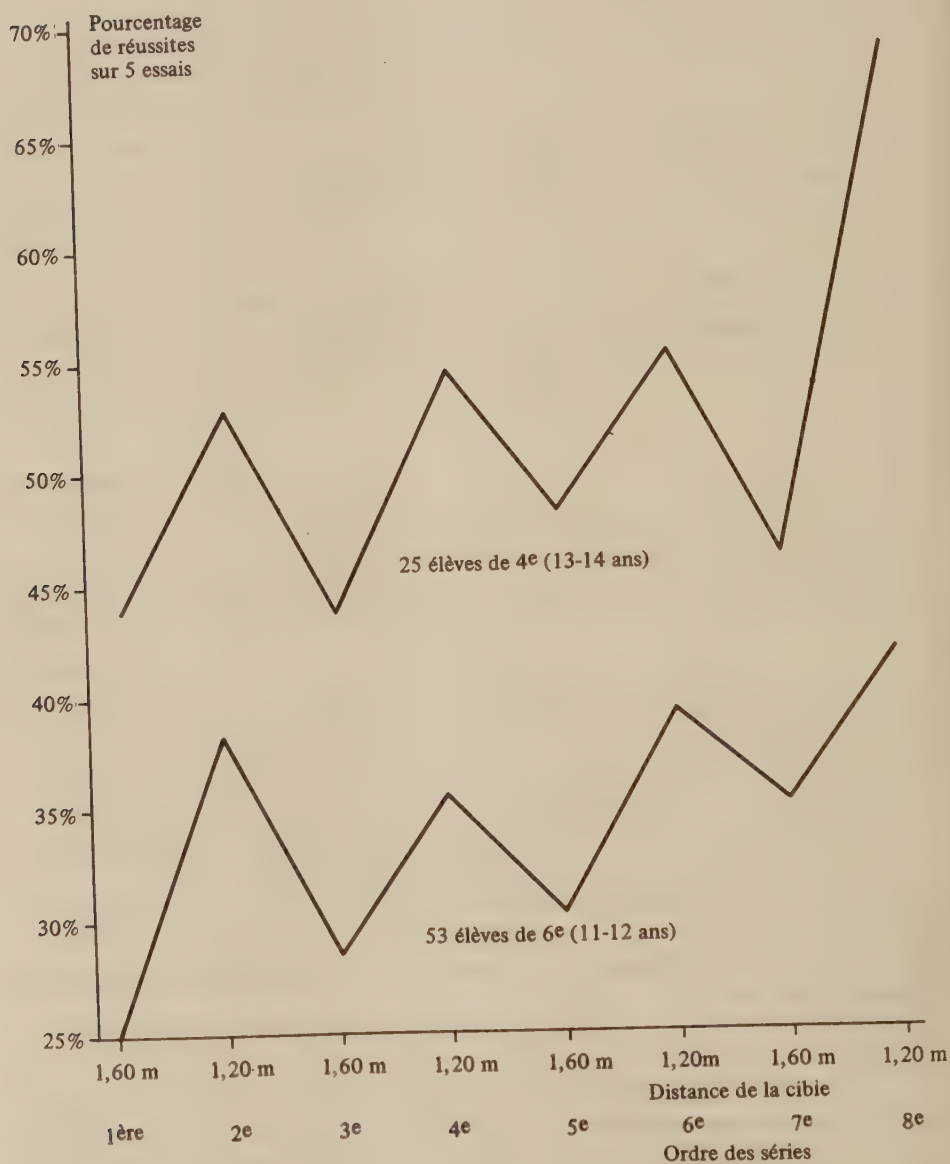
b) Effet de l'éloignement de la cible sur l'effet de la similitude gestuelle des lancers (expérience VI).

Hypothèse

Nous avons constaté, dans les expériences III et IV, un effet massif de transfert positif entre un entraînement au tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier, et un post-test du même tir effectué à 1,60 m. Il a été attribué

GRAPHIQUE 2

Courbe de variation des scores moyens au cours d'un entraînement au tir de basket-ball à 1,60 m et 1,20 m du panier, alternativement, tous les 5 essais



à l'effet d'une forte similitude gestuelle entre deux modalités d'ajustement d'un même programme visuo-moteur de lancer à deux distances de la cible très proches l'une de l'autre.

Qu'en serait-il dans la situation inverse de transfert entre un entraînement à 1,60 m du panier et un post-test du même lancer à 1,40 m ? Bien que l'écart soit objectivement le même (20 cm) entre la tâche d'entraînement et la tâche test, nous faisons, dans ce cas, l'hypothèse d'un effet de transfert beaucoup moins important, voire nul, eu égard aux difficultés particulières d'ajustement éprouvées au cours de l'entraînement à 1,60 m. L'instabilité de l'apprentissage résultant des perturbations de l'exécution du lancer à cette distance, pourrait rendre difficile, à la limite impossible, tout transfert positif de cet apprentissage à d'autres tâches d'ajustement.

Par contre, nous pouvons supposer qu'avec un écart identique de 20 cm entre l'entraînement à 1,20 m, pour lequel il n'y a pas de difficultés particulières d'ajustement, et le post-test à 1,40 m, nous obtiendrions un effet de transfert positif au moins aussi important que dans les expériences précédentes.

Procédure

Trois groupes de 16 garçons de 6^e, de 11 à 12 ans, sont appareillés sur la base des résultats d'un pré-test de 10 essais de tir de basket-ball d'une main de la poitrine, à 1,40 m du panier.

Deux d'entre eux sont soumis à un entraînement de 120 essais (3 séances de 40) :

- à 1,20 m pour le groupe I,
- à 1,60 m pour le groupe II.

Le troisième étant le groupe contrôle.

Tous les sujets exécutent ensuite un post-test de 10 essais du même lancer à 1,40 m du panier.

Résultats (voir tableau 6)

Les scores réalisés par le groupe I au post-test à 1,40 m après un entraînement à 1,20 m (3,18) sont nettement supérieurs, à ceux du groupe contrôle (2,00). La différence de 1,18 réussites en moyenne sur 10 essais est très significative de l'existence d'un effet parent ($p < .005$ pour $t = 3,71$). Nous pouvons conclure à un effet massif de transfert positif dont le taux est de :

$$\frac{3,18 - 2,00}{2,00} \times 100 = 59\%$$

Par contre, les scores réalisés par le groupe II au post-test à 1,40 m après un entraînement à 1,60 m (2,12) sont presque identiques à ceux du groupe contrôle (2,00). L'écart de 0,12 réussites en moyenne sur 10 essais est dérisoire et compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 0,21$).

TABLEAU 6
(Expérience VI)

Effet de l'éloignement de la cible sur l'effet de la similitude gestuelle

		TÂCHE B tir de basket-ball d'une main, de la poitrine, à 1,40 m du panier (score moyen sur 10 essais)			
		avant	après	différ. ap. av.	transfert
gr. I	TÂCHE A1 même tir de basket-ball à 1,20 m du panier (distance de la cible inférieure de 20 cm à celle de la tâche B)	2,06	3,18	+ 1,12	+ 1,18 (59%) signif. à .005
gr. II	TÂCHE A2 même tir de basket-ball à 1,60 m du panier (distance de la cible supérieure de 20 cm à celle de la tâche B)	2,06	2,12	+ 0,06	+ 0,12 non signif.
gr. contr.		2,06	2,00	- 0,06	

Composition des groupes : 16 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e.

Nombre d'essais dans les tâches A1 et A2 : 120 (3 séances de 40 à 3 ou 4 jours d'intervalle).

Interprétation

Conformément aux prévisions, l'effet de transfert observé dans l'une et l'autre condition d'entraînement est très différent. Sa variation peut s'expliquer par une inégalité de la similitude gestuelle, telle qu'elle est ressentie par le sujet, entre chacun des deux lancers d'entraînement à 1,20 m et à 1,60 m de la cible par rapport au lancer test à 1,40 m, bien que dans les deux cas, le même écart de 20 cm entre les distances de la cible pouvait laisser supposer une similitude identique des lancers.

Ces résultats concordent avec l'hypothèse de difficultés d'ajustement plus grandes pour les tirs à 1,60 m que pour les tirs à 1,20 m, et plus généralement, avec l'hypothèse de difficultés particulières d'ajustement à partir d'une distance maximale de la cible compatible avec les possibilités du sujet, dont il faut tenir compte pour apprécier le degré de similitude réelle entre deux lancers de précision, et prévoir l'effet de transfert qui en résulte.

3. Contrôle de l'effet de l'ordre chronologique des tâches

Cette question nous renvoie à celle, sous-jacente, des rapports entre la difficulté relative des tâches et le transfert, à laquelle les résultats précédents semblent apporter un premier élément de réponse. N'ont-ils pas mis en évidence un effet nul de transfert de la tâche relativement difficile (tirs à 1,60 m) à la tâche plus facile (tirs à 1,40 m), alors qu'un effet massif de transfert positif avait été observé dans les expériences III et IV, de la tâche facile (1,40 m) à la tâche difficile (1,60 m).

Les travaux consacrés à l'étude des rapports entre la difficulté relative des tâches et le transfert, comme ceux de BARCH et LEWIS (1954), d'EGSTROM et col. (1960), d'HOLDING (1965), de SINGER (1966), de RIVENES et COPLAN (1972)... aboutissent à des résultats souvent contradictoires. Il faut dire que la notion de « difficulté » est une notion très générale et vague qui peut recouvrir des réalités diverses et pas toujours faciles à apprécier. C'est pourquoi, d'un point de vue opérationnel, nous proposons de contrôler l'effet de l'ordre chronologique des tâches dans chacun des cas de variation de la similitude que nous avons étudiés, sans nous référer explicitement à la difficulté relative de ces tâches.

a) Effet de l'inversion de l'ordre chronologique entre des tâches de lancer très similaires.

En ce qui concerne l'amélioration significative des performances au tir de basket-ball à deux mains de la poitrine à 1,40 m du panier, que nous avons constatée dans l'expérience I, après un entraînement au même tir d'une main, des résultats comparables ont été obtenus dans l'expérience III en inversant l'ordre des tâches (voir tableau 7 ci-après).

Les scores réalisés au tir de basket-ball d'une main ont également progressé significativement après un entraînement au tir de basket-ball à deux mains.

Chaque résultat expérimental est pour l'autre un contrôle de l'effet nul de l'ordre chronologique des lancers, en même temps qu'une confirmation de l'effet positif de transfert attribué à une grande similitude des tâches.

TABLEAU 7

*Effet de l'inversion de l'ordre chronologique
entre des tâches de lancers très similaires*

EXPÉRIENCE I

TÂCHE B

tir de basket-ball à deux mains de la poitrine,
à 1,40 m du panier
(score moyen sur 10 essais)

avant

après

TÂCHE A1
tir de basket-ball d'une main
de la poitrine à 1,40 m du panier

gr. contr.

3,44	4,68
3,44	3,24

+ 1,24

Transfert : + 1,44 (signif. à .0005)

EXPÉRIENCE II

TÂCHE A1

avant

après

TÂCHE B

gr. contr.

2,92	4,58
2,92	3,00

+ 1,66

Transfert : + 1,58 (signif. à .0005)

*b) Effet de l'inversion de l'ordre chronologique entre des tâches peu similaires
(expérience VII).*

Cette expérience a pour objet d'étudier l'effet de la permutation des tâches sur l'effet nul de transfert observé dans l'expérience II entre une première tâche de tir de basket-ball à deux mains par enlevé et une deuxième tâche de tir de basket-ball d'une main de la poitrine.

36 élèves de 6^e sont testés sur 10 essais de tir de basket-ball à deux mains par enlevé, avant et après un entraînement de 120 essais au tir de basket-ball d'une main de la poitrine.

En comparant les scores obtenus dans les deux tests, nous constatons (voir tableau 8) une amélioration de 0,42 réussites sur 10 essais, presque aussi faible que dans l'expérience II (0,29), et compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 1,56$).

Ces résultats semblent confirmer l'effet nul de l'ordre chronologique des tâches observé dans l'expérience précédente.

TABLEAU 8

*Effet de l'inversion de l'ordre chronologique
entre des tâches de lancers peu similaires*

EXPÉRIENCE II	TÂCHE B tir de basket-ball d'une main, de la poitrine, à 1,40 m du panier (score moyen sur 10 essais)		
	avant	après	
TÂCHE A2 tir de basket-ball à deux mains par « enlevé » à 1,40 m du panier	2,92	3,21	+ 0,29

EXPÉRIENCE VII	TÂCHE A2		
	avant	après	
TÂCHE B	2,69	3,11	+ 0,42 non signif.

Composition du groupe : 36 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e.

Nombre d'essais dans la tâche B : 120.

c) Effet de l'inversion de l'ordre chronologique entre des tâches plus ou moins différentes (expérience VIII).

Il reste à vérifier l'effet de l'inversion de l'ordre des tâches en ce qui concerne l'effet nul de l'entraînement au tir javeloté d'une balle de tennis ou de l'entraînement au tir de football sur un post-test de tir de basket-ball à deux mains de la poitrine, que nous avons observé dans l'expérience I.

Nous avons donc comparé les scores réalisés par 31 garçons de 6^e, dans deux tests de 10 essais :

- de tir javeloté d'une balle de tennis
- et de tir de football

sur un médecine-ball posé au sol à 6 m de distance, avant et après un entraînement de 120 essais au tir de basket-ball à deux mains de la poitrine à 1,40 m du panier.

Nous constatons (voir tableau 9) que les scores obtenus au tir javeloté d'une balle de tennis ont très peu progressé après un entraînement au tir de basket-ball. L'amélioration négligeable de 0,37 réussites en moyenne sur 10 essais est compatible avec l'hypothèse de nullité d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 1,12$).

Pour les scores de football la variation est pratiquement nulle, puisqu'elle est de 0,03 réussites en moyenne sur 10 essais ($t = 0,11$).

L'effet nul de l'inversion de l'ordre chronologique des tâches semble de nouveau confirmé.

Conclusion

Tous les résultats sont concordants. Quand les tâches diffèrent par la technique gestuelle des lancers, la permutation de l'ordre des tâches ne change rien à l'effet de transfert d'apprentissage de l'une sur l'autre, qui varie toujours en fonction de la similitude gestuelle.

Nous avons noté que l'effet de transfert observé dans l'exécution d'un tir de basket-ball à deux mains de la poitrine, après une tâche d'entraînement très similaire de tir de basket-ball d'une main de la poitrine, une tâche peu similaire de tir de basket-ball à deux mains par enlevé, une tâche différente de tir javeloté d'une balle de tennis et une tâche très différente de tir de football, semblait varier dans un ordre décroissant, correspondant à l'ordre de variation de la similitude gestuelle admise entre les quatre tâches d'entraînement et celle du post-test. Il est curieux de constater que l'effet inverse de l'entraînement au tir de basket-ball à deux mains de la poitrine sur l'exécution d'un post-test dans chacune de ces quatre tâches, varie, comme précédemment, dans un ordre décroissant correspondant à l'ordre de variation de la similitude gestuelle entre les tirs d'entraînement et le tir du post-test (voir tableau 10).

TABLEAU 9

*Effet de l'inversion de l'ordre chronologique
entre des tâches de lancers plus ou moins différentes*

EXPÉRIENCE I

TÂCHE B

tir de basket-ball
deux mains, poitrine

av. ap.

av.	ap.	
3,44	3,40	- 0,04
3,44	3,28	- 0,16

TÂCHE A2

tir javeloté
balle de tennis

TÂCHE A3

tir de
football

Les tirs de basket-ball sont effectués à 1,40 m du panier, les tirs de hand-ball et de football à 6 m d'un médecine ball-cible posé au sol.

EXPÉRIENCE VIII

TÂCHE A2

av. ap.

av.	ap.
3,42	3,79

+ 0,37
non
signif.

TÂCHE B

Composition du groupe :

31 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e
120 essais d'entraînement dans la tâche B

TÂCHE A3

av. ap.

av.	ap.
3,80	3,83

+ 0,03

TÂCHE B

Mais cette comparaison n'a qu'une valeur indicative, étant données les réserves que justifient les conditions différentes d'expérimentation, notamment les variations du niveau initial de performance et du nombre d'essais d'entraînement, comme l'absence de groupe contrôle dans les dernières expériences. En fait, la variation des performances dans une tâche de lancer de précision en fonction de l'entraînement préalable dans une tâche plus ou moins similaire, ne se manifeste

nettement qu'entre l'effet de la plus forte similitude et l'effet de chacun des trois autres degrés de variation de cette similitude.

TABLEAU 10

Variation de la différence de scores dans une tâche de lancer de précision avant et après l'entraînement dans une tâche de lancer plus ou moins similaire

		Degrés de similitude des tâches			
		4 ^e degré (la plus forte similitude)	3 ^e degré (similitudes intermédiaires)	2 ^e degré	1 ^{er} degré (la plus faible similitude)
Ordre chronologique des tâches	A → B	1,24	0,29	- 0,04	- 0,16
	B → A	1,66	0,42	0,37	0,03

Quoi qu'il en soit, les résultats observés en permutant la tâche d'entraînement et la tâche test, confirment l'hypothèse d'un effet positif de transfert correspondant à une forte similitude gestuelle des lancers utilisés dans les deux tâches, et de l'effet nul d'une similitude insuffisante de ces lancers. Cette dichotomisation des résultats suggère de nouveau l'existence, à propos des tâches de lancers de précision, d'un seuil de similitude gestuelle particulièrement élevé, au-dessous duquel il ne peut y avoir d'effet positif de transfert.

CHAPITRE VI

EFFET DE LA FRÉQUENCE DES CHANGEMENTS DE DISTANCE DE LA CIBLE

A — PROBLÉMATIQUE DE L'EXPÉRIMENTATION ET HYPOTHÈSE OPÉRATIONNELLE

La vérification expérimentale de notre seconde hypothèse de recherche posait un problème méthodologique particulier.

Nous avons considéré que les multiples réajustements d'un tir de basket-ball à des changements fréquents de distance du panier, peuvent en améliorant la flexibilité adaptative du programme moteur concerné, faciliter son ajustement ultérieur à une nouvelle distance de la cible. Il s'agit manifestement dans les deux tâches, de gestes de lancers similaires, puisqu'ils correspondent à différentes modalités d'exécution d'un même programme moteur.

L'effet de transfert prévu dans cette situation, ne pouvait être que le résultat de l'action concomitante de deux facteurs de variation :

- d'une part, la fréquence des changements de distance de la cible,
- d'autre part, la similitude gestuelle des lancers.

En conséquence, l'effet de la fréquence des changements de distance ne pouvait être isolé, qu'à la condition que l'effet de la similitude gestuelle auquel il s'ajoute, soit le même pour tous les sujets.

Ce n'est pas le cas, par exemple, quand on compare l'effet d'un entraînement avec plusieurs changements entre deux distances de la cible et l'effet de l'entraînement à une seule de ces distances, sur les performances d'une seconde tâche de lancer effectué à une distance voisine. L'écart entre les distances de la cible étant différent dans l'une et l'autre modalité d'entraînement par rapport au

lancer-test, l'effet de la variation de la similitude gestuelle qui en résulte, peut interférer, au niveau des scores du post-test, avec l'effet des changements de distance. L'effet de la similitude gestuelle des tirs effectués dans les deux modalités d'entraînement par rapport au tir du post-test, ne peut être identique que si les distances de la cible et le nombre de lancers exécutés à chacune d'elles, sont les mêmes pour tous les sujets.

Cette condition étant satisfaite, l'expérimentation consistera à comparer les effets d'une plus ou moins grande fréquence des changements entre deux distances de la cible, au cours d'un entraînement plus ou moins long de tir de basket-ball d'une main de la poitrine, sur l'ajustement ultérieur de ce lancer à une distance intermédiaire de la cible.

Nous choisirons deux degrés extrêmes de variation de cette fréquence :

- une fréquence minimum d'un seul changement de distance à la moitié de l'entraînement,
- une fréquence maximum d'un changement tous les 5 essais. Nous avons préalablement remarqué qu'au-dessous de 5 essais par distance, les réussites peuvent devenir de plus en plus rares, voire nulles. Or il importe qu'il y ait au moins un ajustement réussi au cours des essais exécutés à chaque distance, pour que chaque changement implique un réajustement. Compte tenu de cette rythmicité des alternances, le nombre des changements dépendra donc du nombre total des essais d'entraînement.

Nous confronterons l'effet de cette fréquence maximum de changements de distance de la cible à celui de la fréquence minimum d'un seul changement, en d'autres termes, l'effet de l'ajustement alterné à celui de l'ajustement successif, dans trois cas de variation du nombre des essais, de l'âge des sujets et du niveau initial de la performance dans la tâche considérée :

- 1^{er} cas : Entraînement de 40 essais avec des enfants de 11-12 ans, débutants.
- 2^e cas : Entraînement de 160 essais avec des enfants de 11,5 - 12,5 ans, initiés.
- 3^e cas : Entraînement de 240 essais avec des enfants de 12,5 - 13,5 ans, entraînés.

Nous faisons l'hypothèse, dans chacun de ces cas, d'un effet positif de transfert plus important dans la condition de changements fréquents de distance de la cible que dans la condition d'un seul changement, quel que soit le nombre des essais, l'âge des sujets et le niveau initial des performances.

B – EFFET DE LA FRÉQUENCE DES CHANGEMENTS DE DISTANCE DANS UN APPRENTISSAGE PRÉALABLE DE 40 ESSAIS, AVEC DES ENFANTS DE 11-12 ANS, DÉBUTANTS (EXPÉRIENCE IX)

Procédure

Deux groupes appareillés de 25 garçons de 6^e de 11-12 ans, sont testés sur 10 essais de tir de basket-ball à 1,40 m du panier, avant et après un entraînement de 40 essais à 1,60 m et 1,20 m avec :

- pour le groupe I : 7 changements entre les deux distances (un tous les 5 essais);
- pour le groupe II : 1 seul changement à la moitié des essais (les 20 premiers à 1,60 m, les 20 derniers à 1,20 m).

Dans chaque groupe expérimental nous avons choisi de commencer l'entraînement à 1,60 m pour le finir à 1,20 m, compte tenu des conditions plus favorables au transfert observées dans l'expérience VI, entre les tirs d'entraînement à cette dernière distance et les tirs du post-test à 1,40 m.

Résultats (voir tableau 11)

Nous constatons pour le groupe I, une amélioration des performances de 0,76 réussites en moyenne sur 10 essais, après l'entraînement, qui est significative de l'existence d'un effet parent ($p < .01$ pour $t = 2,48$).

Pour le groupe II l'amélioration de 0,16 est dérisoire et compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 0,61$). La différence de 0,60 réussites entre les scores de post-test des deux groupes est quelque peu singulière de l'existence d'un effet parent ($p < .10$ pour $t = 1,44$) qui peut être attribué à l'effet de la variation du nombre des changements de distance de la cible d'un entraînement à l'autre.

Ce résultat va dans le sens de l'hypothèse d'un effet positif de transfert dû à des fréquents réajustements préalables du lancer, mais il est peu significatif, contrairement à notre attente. On peut tenter de l'expliquer par une variation insuffisante du nombre des changements de distance entre les deux groupes, eu égard à la brièveté de l'entraînement.

Par contre il est surprenant de constater, pour le groupe II, aucune manifestation de l'effet positif de transfert qu'on pouvait prévoir, en fonction de la similitude gestuelle des tirs d'entraînement, en particulier des 20 derniers à 1,20 m, et des tirs du post-test à 1,40 m, étant donné le faible écart entre les distances de la cible dans les deux tâches.

TABEAU 11
(Expérience IX)

*Effet de la fréquence des changements de distance de la cible
dans un apprentissage préalable de 40 essais,
avec des enfants de 11-12 ans, débutants.*

		TÂCHE B tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier	
Entraînement de 40 essais avec changements plus ou moins fréquents de distance du panier entre 1,60 m et 1,20 m		(score sur 10 essais)	
		avant	après
gr. I	TÂCHE A1 7 changements de distance (un tous les 5 essais)	2,44	3,20
gr. II	TÂCHE A2 1 seul changement (les 20 premiers essais à 1,60 m, les 20 derniers à 1,20 m)	2,44	2,60

+ 0,76
(signif.
à .01)

+ 0,16
(non
signif.)

Différence de scores de post-test (gr. I-gr. II) : + 0,60 (signif. à .10).

Composition des groupes : 25 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e.

Le pré-test, l'entraînement et le post-test se succèdent à une semaine d'intervalle, au début de l'année scolaire (novembre), les élèves ne s'étant jamais exercé auparavant aux tirs de basket-ball.

C — EFFET DE LA FRÉQUENCE DES CHANGEMENTS DE DISTANCE DANS UN APPRENTISSAGE PRÉALABLE DE 160 ESSAIS AVEC DES ENFANTS DE 11,5 - 12,5 ANS, INITIÉS (EXPÉRIENCE X)

Hypothèse

Nous pensons pouvoir améliorer l'effet positif de transfert dû à des réajustements fréquents du lancer en augmentant le nombre des changements de distance de la cible par une prolongation de l'entraînement sur un plus grand nombre d'essais, même si le niveau initial des performances est plus élevé, comme

nous pouvions le supposer avec des élèves en fin d'année scolaire, ayant donc bénéficié d'une initiation préalable aux tirs de basket-ball.

Procédure

La prolongation de l'entraînement sur 160 essais implique :

- pour le groupe I (qui change de distance de la cible tous les 5 essais) : 31 changements entre les deux distances,
- pour le groupe II (qui ne change qu'une seule fois) : 1 changement après 80 essais à 1,60 m, les 80 essais suivants étant effectués à 1,20 m.

Résultats (voir tableau 12) et discussion

En comparant les scores obtenus avant et après l'entraînement nous constatons :

- pour le groupe I, une amélioration de 1,39 réussites sur 10 essais, significative de l'existence d'un effet parent ($p < .01$ pour $t = 2,58$),
- pour le groupe II, une variation dérisoire de 0,17.

Le groupe I réalise, au niveau du post-test, 1,22 réussites de plus que le groupe II, au lieu de 0,60 comme précédemment. Cette différence est très significative de l'existence d'un effet parent ($p < .005$ pour $t = 3,25$) que nous attribuons essentiellement à une plus grande variation du nombre des changements de distance de la cible au cours de l'entraînement, conformément à l'hypothèse, étant donné que l'effet de la prolongation de l'apprentissage sur 160 essais, joue également sur les deux groupes expérimentaux.

Comme prévu, le niveau initial des performances est plus élevé que dans l'expérience précédente (3,11 au lieu de 2,44) en raison de la différence d'âge des sujets, ce qui n'a pas empêché un effet positif de transfert plus important de se manifester, en fonction du plus grand nombre de changements de distance de la cible au cours de l'entraînement préalable.

Il est remarquable de constater, de nouveau, un effet nul de l'entraînement avec un seul changement de distance sur la tâche de transfert, alors que la similitude gestuelle semble particulièrement grande entre les 80 derniers tirs à 1,20 m de la première tâche et les tirs à 1,40 m de la seconde.

Nous pouvons nous demander si l'effet positif de cette similitude n'a pas été neutralisé par l'effet des tirs précédents à 1,60 m en raison des difficultés d'ajustement signalées précédemment à cette distance. Nous retrouvons le problème de l'ordre chronologique des tâches, avec l'ordre dans lequel se succèdent les lancers à l'une et à l'autre distance de la cible au cours de l'entraînement. Les résultats seraient-ils identiques si on commençait par les tirs à 1,20 m pour finir

TABLEAU 12
(Expérience X)

*Effet de la fréquence des changements de distance de la cible
dans un apprentissage préalable de 160 essais,
avec des enfants de 11,5-12,5 ans, initiés.*

		TÂCHE B tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier (score sur 10 essais)		
Entraînement de 160 essais avec changements plus ou moins fréquents de distance du panier entre 1,60 m et 1,20 m		avant	après	
gr. I	TÂCHE A1 31 changements de distance (un tous les 5 essais)	3,11	4,50	+ 1,39 (signif. à .01)
	TÂCHE A2 1 seul changement (les 80 premiers essais à 1,60 m, les 80 derniers à 1,20 m)	3,11	3,28	+ 0,17 (non (signif.)

Différence de scores de post-test (gr. I - gr. II) : + 1,22 (signif. à .005)

Composition des groupes : 18 garçons de 11,5 - 12,5 ans, élèves de 6^e.

Les 160 essais d'entraînement sont répartis en 4 séances de 40 essais.

Le pré-test, les 4 séances d'entraînement et le post-test se succèdent à des intervalles de 3 ou 4 jours, alternativement, tous les mardis et vendredis, en fin d'année scolaire (juin).

par les tirs à 1,60 m ? En d'autres termes, peut-il y avoir interaction entre un éventuel effet d'ordre des lancers au cours de l'entraînement, et l'effet de la fréquence des changements de distance de la cible ?

Il est admis que l'effet de transfert dû à la similitude des tâches varie avec la durée de la période de repos relatif entre les deux tâches. Nous pouvons donc penser que l'inversion de l'ordre chronologique des tâches partielles d'entraînement à 1,60 m et à 1,20 m peut, en modifiant le temps qui les séparent respectivement de la tâche de transfert à 1,40 m, entraîner une variation de l'effet de la similitude des tâches.

Dans l'entraînement avec un changement de distance de la cible tous les cinq essais, les séquences de tirs à 1,60 m et les séquences de tirs à 1,20 m se succèdent à dix minutes d'intervalle, le temps que les 3 ou 4 autres sujets, dans chacun des groupes, exécutent leurs lancers (les élèves étant répartis par petits groupes de 4 ou 5 entre les 8 paniers de basket-ball disponibles). L'inversion de l'ordre des lancers ne peut donc qu'ajouter ou retrancher dix minutes au délai de trois jours qui sépare la tâche d'entraînement de celle du post-test, ce qui est dérisoire et ne peut justifier une différence d'effet de la similitude gestuelle.

Par contre, dans l'entraînement avec un seul changement de distance de la cible à la moitié des essais, l'inversion de l'ordre chronologique des lancers peut augmenter d'une semaine le délai qui sépare les derniers essais d'entraînement à 1,20 m des premiers essais du post-test à 1,40 m, et rapproche, d'autant, les derniers essais à 1,60 m de l'exécution du post-test. Cette variation de l'intervalle entre chacune des modalités d'entraînement et l'exécution de la seconde tâche, semble pouvoir entraîner une modification de l'interaction entre les effets de transfert correspondants. Nous tenterons de le vérifier dans l'expérience suivante.

D – EFFET DE LA FRÉQUENCE DES CHANGEMENTS DE DISTANCE DANS UN APPRENTISSAGE PRÉALABLE DE 240 ESSAIS AVEC DES ENFANTS DE 12,5 - 13,5 ANS, BIEN ENTRAÎNÉS (EXPÉRIENCE XI)

Hypothèse

Nous pouvons nous attendre à un bien meilleur niveau initial de pré-test avec des élèves de 5^e en fin d'année scolaire, plus âgés d'un an à un an et demi en moyenne par rapport aux sujets précédents, et surtout plus familiarisés avec les tirs de basket-ball puisqu'ils ont bénéficié de plusieurs cycles d'entraînement à ce sport au cours des deux premières années d'enseignement secondaire. La possibilité d'amélioration ultérieure de leurs performances s'en trouvera nécessairement réduite par rapport aux sujets débutants.

Nous faisons néanmoins l'hypothèse que l'effet positif de transfert attribué à des réajustements fréquents, doit pouvoir encore se manifester si nous augmentons davantage le nombre des changements de distance de la cible, par une nouvelle prolongation de l'apprentissage préalable.

Nous avons supposé par ailleurs, qu'avec le plus grand nombre d'essais effectués, un effet positif de transfert dû à la similitude gestuelle des lancers, pouvait

également se manifester dans la condition d'ajustement successif avec un seul changement de distance de la cible.

Nous pouvions penser que cet effet se manifesterait, notamment, quand les 120 essais effectués dans la 2^e partie de l'entraînement successif, sont exécutés à 1,20 m; ce que nous vérifierons en contrôlant l'effet de l'ordre chronologique des lancers effectués à chacune des distances dans cette modalité d'apprentissage.

Procédure

Trois groupes appareillés de 16 garçons de 5^e de 12,5 à 13,5 ans, sont soumis à un entraînement de 240 essais de tir de basket-ball à 1,60 m et 1,20 m du panier, avec :

- pour le groupe I : 47 changements de distance (un tous les cinq essais),
- pour les groupes II et III : 1 seul changement à la moitié de l'entraînement, soit 120 essais de suite à chaque distance.

L'ordre de succession des lancers effectués à chaque distance est inverse pour ces deux derniers groupes :

- le groupe II exécute les 120 premiers essais à 1,60 m, les 120 derniers à 1,20 m,
- le groupe III commence par 1,20 m et finit par 1,60 m.

Tous les sujets sont ensuite confrontés sur un post-test de 10 essais du même lancer à 1,40 m du panier.

Résultats (voir tableau 13) et discussion

En comparant les performances réalisées avant et après l'entraînement, nous constatons, pour le groupe I, une amélioration importante de 2,19 réussites en moyenne sur 10 essais, très significative de l'existence d'un effet parent ($p < .005$ pour $t = 3,57$).

L'amélioration est beaucoup plus faible pour les groupes II et III puisqu'elle n'atteint que 0,50 et 0,75 réussites. Elle est même compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .05$ pour $t = 1$ et 1,44).

Les différences d'amélioration de 1,69 et 1,44 réussites sur 10 essais, entre le groupe I et chacun des deux autres groupes, sont significatives de l'existence d'un effet parent ($p < .015$ pour $t = 2,50$ et $p < .05$ pour $t = 1,78$) que nous pouvons attribuer à la variation systématique du nombre des changements de distance de la cible entre la première modalité d'entraînement et les deux autres.

TABLEAU 13
(Expérience XI)

*Effet de la fréquence des changements de distance de la cible,
dans un apprentissage préalable de 240 essais,
avec des enfants de 12,5-13,5 ans, bien entraînés.*

		TÂCHE B		
		tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier		
		(score sur 10 essais)		
Entraînement de 240 essais avec changements plus ou moins fréquents de distance du panier entre 1,60 m et 1,20 m		avant	après	
gr. I	TÂCHE A1 47 changements de distance (un tous les 5 essais)	4,93	7,12	+ 2,19 (signif. à .005)
gr. II	TÂCHE A2 1 seul changement (les 120 premiers essais à 1,60 m, les 120 derniers à 1,20 m)	4,93	5,43	+ 0,50 non signif.
gr. III	TÂCHE A3 1 seul changement (les 120 premiers essais à 1,20 m les 120 derniers à 1,60 m)	4,93	5,68	+ 0,75 non signif.

Différence de score de post-test :
 gr. I - gr. II : + 1,69 (signif. à .015)
 gr. I - gr. III : + 1,44 (signif. à .05)
 gr. III - gr. II : + 0,25 (compat. avec H_0)

Composition des groupes : 16 garçons de 12,5-13,5 ans, élèves de 5^e).

Les 240 essais d'entraînement se répartissent en 6 séances de 40 essais se succédant comme précédemment à des intervalles de 3 et 4 jours, alternativement, en fin d'année scolaire (juin).

L'hypothèse d'un effet de transfert dû à des changements fréquents de distance de la cible, est donc confirmée pour la troisième fois.

Par contre, l'ordre dans lequel les groupes II et III ont effectué leurs tirs d'entraînement à 1,60 m puis à 1,20 m, ou inversement, ne semble pas avoir eu

d'effet sur les performances réalisées au post-test à 1,40 m. La différence dérisoire de 0,25 réussites sur 10 essais, entre les performances des deux groupes, est compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 0,40$).

Cet effet nul de l'ordre chronologique des lancers d'entraînement, ne peut s'expliquer, apparemment, que par des effets de similitude gestuelle identique des tirs à 1,20 m et 1,60 m par rapport aux tirs à 1,40 m.

Mais comment concilier ce résultat avec la différence significative observée dans l'expérience VI entre les effets de ces mêmes lancers d'entraînement ?

La différence d'âge des sujets dans l'un et l'autre cas, peut être une explication plausible. Les élèves utilisés dans cette dernière expérience ont environ deux ans de plus que dans les expériences précédentes. Ne pourraient-ils pas, de ce fait, avoir moins de difficultés pour lancer le ballon dans un panier de basket-ball situé à 1,60 m de distance et 3,05 m de hauteur ? Difficultés qui ont été invoquées pour justifier la différence observée avec l'entraînement à 1,20 m. Les effets de la similitude gestuelle des tirs à 1,60 m et à 1,20 m par rapport aux tirs à 1,40 m, pourraient ainsi tendre à s'égaliser, et l'ordre chronologique des lancers au cours de l'entraînement n'aurait donc plus d'importance.

Mais il reste à expliquer pourquoi l'effet positif de transfert dû à la grande similitude des tirs de basket-ball à 1,20 m et à 1,40 m du panier, est nettement inférieur à celui que nous avons constaté dans l'expérience VI pour une similitude gestuelle identique.

Plusieurs hypothèses sont possibles.

Nous avons déjà signalé qu'avec un niveau initial des performances beaucoup plus élevé chez des élèves de 5^e en fin d'année scolaire, il est évidemment plus difficile de progresser que pour des élèves de 6^e en début d'année.

D'autre part, l'inexistence d'un groupe contrôle ne permet pas de savoir si les sujets n'ont pas subi éventuellement les effets négatifs de certains facteurs de variation incontrôlés qui pourraient compenser l'effet positif de transfert dû à la similitude.

Enfin les effets de la similitude gestuelle, résultant respectivement de l'exécution préalable des tirs à 1,60 m et à 1,20 m, ne pourraient-ils pas se contrarier réciproquement quand ils se succèdent dans un même entraînement, dans la mesure où ils s'exerceraient en sens opposé, par rapport aux tirs du post-test à une distance de la cible intermédiaire.

Ces hypothèses restent à vérifier, mais l'essentiel, dans le cadre de cette étude, c'est que cette expérience, comme les deux précédentes, ait confirmé l'existence d'un effet positif de transfert dû à des changements fréquents de distance de la cible, qui ne peut être confondu avec l'effet de la similitude des tâches.

Il y a tout lieu de croire que cet effet de transfert, mis en évidence avec des tirs de basket-ball, est une manifestation particulière d'un phénomène général concernant tous les lancers de précision. C'est pourquoi, les mêmes résultats devraient pouvoir être observés, dans l'expérience suivante avec une tâche très différente comme le tir de «pétanque».

E – LA GÉNÉRALITÉ DE L'EFFET DES CHANGEMENTS DE DISTANCE DE LA CIBLE (EXPÉRIENCE XII)

Cette expérience a donc pour objet de vérifier, avec une tâche de tir de pétanque, la généralité de l'hypothèse qui vient d'être confirmée, d'un effet positif de transfert attribué à des changements fréquents de distance de la cible au cours d'un entraînement préalable.

Le tir de pétanque (voir fig. 9)

Ce lancer diffère des tirs de basket-ball précédents à de nombreux points de vue.

Tout d'abord, le projectile n'est pas un ballon, mais une petite balle lestée d'un kilogramme, tenue au départ, d'une seule main, devant les genoux, tronc et jambes fléchis.

Les muscles extenseurs de l'avant-bras sur le bras ne sont pas sollicités, comme dans les tirs de basket-ball de la poitrine. Le mouvement de propulsion est assuré ici, essentiellement, par le faisceau antérieur du deltoïde, au cours du balancé du bras vers l'avant.

L'angle de tir est enfin beaucoup plus petit que précédemment, étant donné l'aplatissement nécessaire de la trajectoire du lancer pour atteindre de plein fouet la cible, en l'occurrence, un médecine-ball situé au niveau du sol.

Hypothèse

Considérant que l'amélioration de l'exécution d'un tir de basket-ball en fonction des réajustements fréquents effectués dans un entraînement préalable

est un phénomène général concernant tous les lancers de précision, nous pouvons prévoir, dans l'apprentissage d'un tir de pétanque, une amélioration des performances plus grande après l'entraînement avec plusieurs changements de distance de la cible, qu'après l'entraînement avec un seul changement.



Fig. 9. — Tir de « pétanque ».

Procédure

Deux groupes appareillés de 9 garçons de 12-13 ans sont constitués à partir des résultats d'un pré-test de 20 essais de tir de pétanque sur un médecine-ball cible posé au sol à 4 m de distance.

Ils s'entraînent sur deux séances de 20 essais, à 5 m et 3 m de la cible, en changeant plus ou moins fréquemment de distance.

- groupe I : 7 changements à raison d'un tous les cinq essais,
- groupe II : 1 seul changement entre les 20 premiers essais à 5 m et les 20 derniers à 3 m.

Après l'entraînement, tous les sujets sont confrontés sur un post-test de 20 essais à 4 m de la cible.

Les essais sont distribués par séries de cinq dans chacune des séances d'entraînement, de pré-test et de post-test, avec un intervalle de 3 à 4 jours entre les séances.

Par ailleurs, deux groupes appareillés de 7 jeunes filles de 14-15 ans ont pu faire la même expérience, avec un entraînement de 80 essais au lieu de 40, ce qui porte à 15 le nombre de changements de distance de la cible pour le groupe I.

Ces groupes ne sont pas très importants, mais comme ils sont appareillés, la comparaison de leurs performances, avant et après l'entraînement, pourra tout de même donner des indications intéressantes tant pour les garçons que pour les filles.

Résultats (voir tableau 14)

Nous constatons en effet pour les groupes I, garçons et filles, des améliorations de 2,22 et 4,57 réussites en moyenne sur 20 essais, significatives de l'existence d'un effet parent ($p < .05$ pour $t = 2,03$ et $p < .01$ pour $t = 3,49$).

TABLEAU 14
(Expérience XII)

Vérification, avec une tâche de tir de «pétanque», de la généralité de l'effet de transfert attribué à des changements fréquents de distance de la cible

TÂCHE D'ENTRAÎNEMENT		TÂCHE DE TRANSFERT		
(avec 2 groupes de 9 garçons de 12-13 ans)		tir de pétanque à 4 m de la cible (score sur 20 essais)		
		avant	après	
gr. I	40 essais de tir de pétanque avec changements plus ou moins fréquents de distance de la cible entre 5 m et 3 m.	7 changements	10,10	12,32
				+ 2,22 (signif. à .05)
gr. II		1 seul changement	10,10	10,00
				- 0,10

Différence de scores de post-test (gr. I - gr. II) : + 2,33 (signif. à .10).

(avec 2 groupes de 7 jeunes filles de 14-15 ans)

		avant	après	
gr. I	80 essais de tir de pétanque avec changements plus ou moins fréquents de distance de la cible entre 5 m et 3 m.	15 changements	7,84	12,41
				+ 4,57 (signif. à .01)
gr. II		1 seul changement	7,84	10,27
				+ 2,43 non signif.

Différence de scores de post-test (gr. I - gr. II) : + 2,14 (signif. à .05)

Il en va tout autrement pour les groupes II.

Nous observons chez les garçons une différence insignifiante de 0,10, et chez les filles, une augmentation de 2,43 beaucoup moins importante que pour le groupe I, et compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 1,40$).

Les améliorations de scores de post-test des groupes I par rapport à ceux des groupes II, 2,33 réussites sur 20 essais pour les garçons, 2,14 pour les filles, sont quelque peu significatives de l'existence d'un effet parent ($p < .10$ pour $t = 1,54$ et $p < .05$ pour $t = 1,90$).

Apparemment, seule la fréquence des changements de distance de la cible, que nous avons fait varier systématiquement d'un groupe à l'autre, en maintenant constant l'effet de la similitude gestuelle et des autres variables, peut rendre compte de cette différence de résultats.

L'hypothèse d'un effet positif de transfert attribué à des réajustements fréquents du lancer au cours d'un entraînement préalable, est donc confirmée avec des tâches aussi diverses que des tirs de basket-ball ou des tirs de pétanque, conformément aux prévisions.

De plus, les résultats comparables obtenus avec des jeunes filles, indiquent comme on pouvait s'y attendre, que cet effet de transfert concerne, également, les sujets des deux sexes.

Aussi, bien qu'il soit nécessaire de poursuivre ces expériences en variant davantage les tâches de lancers, les conditions d'exécution, l'âge des élèves, etc... pour en tirer des conclusions définitives, nous pouvons dire, d'ores et déjà, que la concordance des résultats observés va dans le sens de la généralité du phénomène.

F – RAPPORT ENTRE L'EFFET DES CHANGEMENTS DE DISTANCE DE LA CIBLE ET LA SIMILITUDE GESTUELLE DES LANCERS

L'effet positif de transfert attribué aux changements de distance de la cible, est tout à la fois distinct de l'effet de la similitude gestuelle des lancers, comme nous venons de le démontrer, et conditionné par cette similitude, puisqu'il ne peut se manifester, selon notre hypothèse, qu'entre des modalités d'exécution plus ou moins voisines d'un même geste de lancer ou entre des lancers très similaires.

Cette spécificité tient à la nature des processus mis en jeu. Nous avons expliqué ce transfert par l'amélioration de la flexibilité adaptative du programme

moteur utilisé, du fait des multiples réajustements des lancers nécessités par les changements fréquents de la distance de la cible. L'acquisition de cette plus grande flexibilité ne peut que faciliter l'exécution d'un nouveau réajustement du lancer à une distance différente de la cible. Inversement, nous pouvons penser que cet effet positif de transfert ne peut s'exercer sur l'ajustement d'un geste de lancer différent. L'amélioration de la flexibilité adaptative d'un programme moteur particulier ne semble pas pouvoir se transférer à l'exécution de programmes moteurs différents.

Les expériences suivantes auront pour objet de vérifier cette spécificité. Elles consisteront à faire varier la similitude gestuelle des lancers dans deux tâches successives, et à observer l'effet de cette variation sur l'amélioration des performances prévue dans la seconde tâche, du fait des changements fréquents de distance de la cible au cours de la première. Si l'hypothèse de la spécificité de l'effet de transfert dû aux changements de distance de la cible est confirmée, toute amélioration des performances ne pourra être observée que dans les situations où la similitude gestuelle est très grande entre les lancers.

1. Expériences préliminaires : effet d'un lancer d'entraînement avec changements de distance de la cible, sur l'exécution ultérieure de lancers plus ou moins différents ou peu similaires

- Lancers plus ou moins différents (Expérience XIII)

Selon notre hypothèse, les réajustements fréquents du geste de lancer impliqués dans l'entraînement au tir de basket-ball avec changements de distance du panier, ne peuvent aucunement faciliter l'ajustement ultérieur de gestes de lancer plus ou moins différents comme des tirs de football ou des tirs javelotés de balle de tennis.

Pour tenter de le vérifier sommairement, nous avons soumis 25 garçons de 6^e de 11 à 12 ans, à un entraînement de 120 essais de tir de basket-ball à 1,60 m et 1,20 m du panier, avec 23 changements de distance, un tous les 5 essais; les 120 essais étant répartis en 3 séances de 40 à 3 et 4 jours d'intervalle.

Avant et après l'entraînement, les sujets furent testés sur 10 essais dans deux tâches de tir de football et de tir javeloté de balle de tennis à 5 m d'une cible (medecine-ball) placée au niveau du sol.

Les résultats consignés dans le tableau n° 15 ci-après révèlent :

- pour les scores de football, une diminution de 0,52 réussites en moyenne sur 10 essais, compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 1,30$),

— pour les scores de lancer javeloté de balle de tennis, une diminution insignifiante de 0,12.

Ce qui tend à prouver qu'aucun effet positif de transfert dû à des changements fréquents de distance de la cible, ne peut effectivement se manifester quand les tâches de lancer sont très différentes.

En sera-t-il de même avec une deuxième tâche de lancer quelque peu similaire du lancer d'entraînement, tel que le tir de basket-ball à deux mains par enlevé ?

TABLEAU 15
(pré-Expérience XIII)

Effet d'un entraînement au lancer avec changements fréquents de distance de la cible, sur l'exécution ultérieure d'un lancer plus ou moins différent

TÂCHE D'ENTRAÎNEMENT tir de basket-ball d'une main, de la poitrine, à 1,60 m et 1,20 m du panier, alternativement tous les 5 essais (23 changements de distance sur 120 essais).	TÂCHE DE TRANSFERT très différente tir de football à 5 m de la cible (score sur 10 essais)		— 0,52 non signif.
	avant	après	
	4,64	4,12	
TÂCHE DE TRANSFERT différente tir javeloté d'une balle de tennis à 5 m de la cible	TÂCHE DE TRANSFERT différente tir javeloté d'une balle de tennis à 5 m de la cible		— 0,12
	avant	après	
	4,40	4,28	

Composition du groupe : 25 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e.

Période de l'année scolaire : octobre.

- Lancers peu similaires (Expérience XIV)

Nous pouvons supposer que les tirs de basket-ball d'une main de la poitrine et à deux mains par enlevé sont encore trop peu similaires, comme nous l'avons vu dans l'expérience II, pour qu'un effet favorable des changements de distance de la cible puisse se manifester, même si ces changements sont beaucoup plus nombreux que précédemment en raison de la prolongation de l'entraînement sur un plus grand nombre d'essais.

Nous avons de nouveau entraîné 33 garçons de 6^e âgés de 11-12 ans, au tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,60 m et 1,20 m du panier, alternativement tous les cinq essais. Mais l'entraînement fut prolongé sur 320 essais, répartis en 8 séances de 40 se succédant à 2 et 3 jours d'intervalle, ce qui implique 63 changements de distance de la cible.

Avant et après, les sujets furent testés sur 10 essais de tir de basket-ball à deux mains par enlevé à 1,40 m du panier.

Conformément à notre attente, nous pouvons constater sur le tableau 16, ci-après, que la différence de 0,18 réussites sur 10 essais, entre les scores de pré-test (3) et ceux du post-test (3,18), est insignifiante et compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 0,49$).

Mais les résultats obtenus dans ces deux expériences préliminaires n'ont qu'une valeur très relative. Etant donné notamment l'absence de groupe contrôle, rien ne prouve qu'ils ne puissent être attribués, au moins partiellement, à l'effet de facteurs de variation non contrôlés. Ils ne peuvent en aucune façon être considérés comme une approche expérimentale du problème des rapports entre l'effet des changements de distance de la cible et l'effet de la similitude gestuelle des lancers, qui sera l'objet des trois dernières expériences.

2. Expériences proprement dites : effet de la variation de la similitude gestuelle des lancers sur l'effet de transfert attribué à des réajustements fréquents du lancer d'entraînement.

a) Variation de la similitude gestuelle entre des lancers peu similaires et similaires (Expérience XV).

Hypothèse

Nous avons vu précédemment, que les changements fréquents de distance de la cible au cours d'un entraînement au tir de basket-ball d'une main de la poitrine, n'avaient eu aucun effet de facilitation sur l'exécution ultérieure de tirs

TABLEAU 16
(pré-Expérience XIV)

Effet d'un entraînement au lancer avec changements fréquents de distance de la cible, sur l'exécution ultérieure d'un lancer peu similaire

TÂCHE D'ENTRAÎNEMENT		TÂCHE DE TRANSFERT	
tir de basket-ball d'une main de la poitrine, à 1,60 m et 1,20 m du panier alternativement tous les 5 essais (63 changements de distance sur 320 essais).		peu similaire	
		tir de basket-ball à deux mains par enlevé, à 1,40 m du panier (score sur 10 essais)	
		avant	après
		3,00	3,18
		+ 0,18 non signif.	

Composition du groupe : 33 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e
Période de l'année scolaire : Février

de basket-ball à deux mains par enlevé, du fait de la similitude insuffisante des mouvements dans les deux tâches.

Nous pouvons penser qu'il en serait de même en permutant les techniques gestuelles des lancers utilisés dans les deux tâches.

L'entraînement préalable au tir de basket-ball à deux mains par enlevé avec changements fréquents de distance de la cible entre 1,60 m et 1,20 m, ne pourrait pas davantage faciliter l'exécution d'un post-test de tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m de la cible.

Nous avons admis, par contre, une grande similitude gestuelle entre les tirs de basket-ball à deux mains et à une main de la poitrine. Nous pouvons donc faire l'hypothèse d'une amélioration des performances dans l'exécution d'un tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier, en fonction de l'effet positif de transfert attribué aux réajustements fréquents d'un tir très similaire de basket-ball à deux mains de la poitrine, dans un entraînement préalable avec changements de distance de la cible entre 1,60 m et 1,20 m.

Procédure

Trois groupes de 16 garçons de 6^e de 11 à 12 ans, sont appareillés sur les résultats d'un pré-test de tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier. Etant donné l'effectif réduit des sujets disponibles pour cette expérience, nous avons prolongé le pré-test sur 40 essais, pour assurer une équivalence plus complète des groupes du point de vue de l'adresse initiale dans l'exécution de la tâche de transfert comme de la sensibilité individuelle à l'apprentissage.

Deux d'entre eux sont soumis à 3 séances de 40 tirs d'entraînement, plus ou moins similaires, à 1,60 m et 1,20 m du panier, avec 23 changements entre les deux distances, à raison d'un tous les cinq essais :

- groupe I : tir de basket-ball très similaire à deux mains de la poitrine;
- groupe II : tir de basket-ball peu similaire à deux mains par enlevé.

Le troisième groupe est un groupe contrôle qui ne s'exerce à aucun lancer de précision.

Tous les sujets sont ensuite confrontés dans un post-test de 40 essais de tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m de la cible.

Résultats (voir tableau 17)

En comparant les scores réalisés avant et après l'entraînement nous constatons des différences négligeables et presque identiques, de 0,13 réussites en moyenne sur 10 essais pour le groupe II et de 0,15 pour le groupe contrôle, compatibles avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 0,36$ et $0,47$).

L'écart dérisoire de 0,02 entre ces résultats, prouve manifestement que l'effet positif de transfert dû aux réajustements fréquents d'un lancer d'entraînement à des changements de distance de la cible, ne peut se manifester quand la similitude gestuelle n'est pas suffisante avec le lancer du post-test.

Par contre, nous observons pour le groupe I, une amélioration de 0,50 réussites en moyenne sur 10 essais, significative de l'existence d'un effet parent ($p < .025$ pour $t = 2,23$).

Cette amélioration est plus importante si l'on compare les scores de post-test du groupe I (3,88) à ceux du groupe contrôle (3,23). Le gain de 0,65 réussites en moyenne sur 10 essais est quelque peu significatif de l'existence d'un effet parent ($p < .10$ pour $t = 1,53$). Nous pouvons l'attribuer à un effet positif de transfert dont la valeur exprimée en pourcentage est de :

$$\frac{3,88 - 3,23}{3,23} \times 100 = 20,12\%$$

TABLEAU 17
(Expérience XV)

Effet de la variation de la similitude gestuelle (entre des lancers peu similaires et similaires) sur l'effet de transfert attribué à des réajustements fréquents du lancer d'entraînement

TÂCHE D'ENTRAÎNEMENT		TÂCHE DE TRANSFERT			
à 1,60 m et 1,20 m du panier, alternativement tous les 5 essais (23 changements de distance sur 120 essais)		40 essais de tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier (score moyen sur 10 essais)			
		avant	après	transfert	
gr. I	tir de basket-ball SIMILAIRE à deux mains de la poitrine	3,38	3,88	+ 0,50 signif. à .025	+ 0,65 20,12% signif. à .10
gr. II	tir de basket-ball PEU SIMILAIRE à deux mains par enlevé	3,38	3,25	- 0,13	+ 0,02 non signif.
gr. contr.		3,38	3,23	- 0,15	

Différence de scores de post-test (gr. I-gr. II) = + 0,63 (signif. à .05).

Composition des groupes : 16 garçons de 11,5-12,5 ans, élèves de 6^e.

Distribution des essais d'entraînement : par séries de 5 dans 3 séances de 40 essais à 3 ou 4 jours d'intervalles.

Période de l'année scolaire : février.

Ce résultat n'est pas très significatif, mais comparé à l'effet nul constaté précédemment avec l'entraînement peu similaire, il va dans le sens de l'hypothèse d'une similitude nécessaire des lancers, particulièrement grande, pour que l'effet des changements fréquents de distance de la cible puisse se manifester.

La différence de 0,63 réussites en moyenne sur 10 essais entre les scores de post-test des groupes I et II, est significative de l'existence d'un effet parent

($p < .05$ pour $t = 1,85$) que nous attribuons à l'effet de la variation de la similitude des tâches sur l'effet des changements de distance de la cible.

Confirmation des résultats (expérience XVI)

Nous avons retrouvé les mêmes résultats dans une expérience comparable, mais sans groupe contrôle, avec deux autres groupes appareillés de 13 garçons de 6^e, les 120 essais d'entraînement étant groupés dans une seule séance, avec un pré-test et un post-test limité à 10 essais, 3 jours avant et après.

Comme nous pouvons le constater sur le tableau 18, les scores du groupe I ont progressé de 3 à 5,07 réussites en moyenne sur 10 essais, soit une augmentation de 2,07 très significative de l'existence d'un effet parent ($p < .005$ pour $t = 3,31$), alors que les scores du groupe II sont passés de 3 à 3,69, soit un gain beaucoup plus faible de 0,69, compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 1,50$).

La différence de 1,38 entre les résultats des deux entraînements est significative de l'existence d'un effet parent ($p < .01$ pour $t = 2,85$) qui nous permet de conclure à un effet de la variation de la similitude gestuelle des lancers sur l'effet de transfert dû aux changements fréquents de distance de la cible, conformément à l'hypothèse.

Nous obtiendrons des résultats encore plus convaincants dans la dernière expérience, en comparant l'effet nul des réajustements fréquents d'un lancer d'entraînement peu similaire du lancer-test, et l'effet des réajustements fréquents d'un lancer d'entraînement très similaire.

b) Variation de la similitude gestuelle entre des lancers peu similaires et très similaires (Expérience XVII).

Hypothèse

Nous avons constaté que les réajustements d'un lancer à des changements fréquents de distance de la cible, pouvait rendre compte d'un effet massif de transfert positif sur l'ajustement ultérieur du même lancer à une nouvelle distance de la cible.

Comparons ces résultats à ceux de la situation expérimentale précédente où la similitude gestuelle insuffisante entre les tirs d'entraînement et de post-test semblait rendre tout effet positif de transfert impossible. Nous pouvons nous attendre à une variation maximum de l'effet de transfert attribué aux réajustements du lancer d'entraînement, en fonction de la grande variation de la similitude gestuelle avec le lancer du post-test.

TABLEAU 18
(Expérience XVI)

*Vérification de l'effet de la variation de la similitude gestuelle
(entre des lancers peu similaires et similaires)
sur l'effet des réajustements fréquents du lancer d'entraînement*

TÂCHE D'ENTRAÎNEMENT		TÂCHE DE TRANSFERT		
à 1,60 m et 1,20 m du panier, alternativement tous les 5 essais (23 changements de distance sur 120 essais)		tir de basket-ball d'une main, de la poitrine, à 1,40 m du panier (score sur 10 essais)		
		avant	après	
gr. I	tir de basket-ball SIMILAIRE à deux mains de la poitrine	3	5,07	+ 2,07 signif. à .005
gr. II	tir de basket-ball PEU SIMILAIRE à deux mains par enlevé	3	3,69	+ 0,69 non signif.

Différence des scores de post-test (gr. I-gr. II) = + 1,38 signif. à .01.

Composition des groupes : 13 garçons de 11,5 - 12,5 ans, élèves de 6^e.

Distribution des essais d'entraînement : les 120 essais sont groupés en une seule séance par séries de 10.

Période de l'année scolaire : mai.

Procédure

Trois groupes de 13 garçons de 6^e de 11 à 12 ans, sont appareillés sur un pré-test de 40 essais de tirs de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier.

Deux d'entre eux effectuent 80 tirs d'entraînement à 1,60 m et 1,20 m du panier alternativement tous les 5 essais, soit 15 changements entre les distances de la cible, dans une tâche de lancer plus ou moins similaire :

- le groupe I, en utilisant la même technique gestuelle de lancer;
- le groupe II avec un tir de basket-ball, peu similaire, à deux mains par enlevé.

Le troisième groupe est un groupe contrôle.

Après l'entraînement, tous les sujets sont confrontés dans un post-test de 40 essais de tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier.

Nous considérons que l'effet d'apprentissage résultant des 40 essais du pré-test, s'exerce inégalement sur le post-test du groupe contrôle et des groupes expérimentaux, puisque son action est directe sur le premier et indirecte sur les deux autres. Il pouvait donc constituer un facteur de variation des résultats, dont nous avons voulu réduire la portée au minimum en étendant sur un mois l'intervalle entre les deux tests. Pour ce faire, les 80 tirs d'entraînement sont distribués en 8 séances courtes de 2 séries de 5 essais, tous les 3 ou 4 jours.

Résultats (voir tableau 19)

Il ne faut pas s'étonner si les scores de pré-test sont sensiblement inférieurs à ceux des deux expériences précédentes, car ils concernent cette fois des élèves de 6^e en début d'année scolaire, n'ayant pratiquement jamais été initiés précédemment à des tirs de basket-ball.

Nous constatons en comparant les performances du pré-test et du post-test, une variation dérisoire de 0,05 réussites sur 10 essais pour le groupe II et de - 0,10 pour le groupe contrôle. La différence de 0,15 entre les résultats des deux groupes est compatible avec l'hypothèse nulle d'absence d'effet parent ($p > .10$ pour $t = 0,37$), ce qui semble confirmer une nouvelle fois, l'effet nul de transfert attribué aux changements de distance de la cible au cours des tirs d'entraînement préalable, quand la technique gestuelle utilisée est peu similaire de celle des tirs de la seconde tâche.

Nous observons par contre, pour le groupe I, une amélioration de 1,15 réussites, très significative de l'existence d'un effet parent ($p < .0005$ pour $t = 4,37$) qui peut être attribuée essentiellement à l'effet de cette modalité particulière d'entraînement, puisque nous retrouvons entre les scores de post-test du groupe I et du groupe contrôle, une différence comparable de 1,25 réussites, très significative de l'existence d'un effet parent ($p < .01$ pour $t = 2,69$). Nous pouvons conclure à un effet massif de transfert positif dû aux réajustements fréquents du lancer d'entraînement en fonction des changements de distance de la cible, quand la technique gestuelle utilisée est très similaire de celle de la deuxième tâche. Sa

valeur exprimée en pourcentage est de : $\frac{3,46 - 2,21}{2,21} \times 100 = 56,56\%$.

TABLEAU 19
(Expérience XVII)

Effet de la variation de la similitude gestuelle (entre des lancers peu similaires et très similaires) sur l'effet de transfert attribué à des réajustements fréquents du lancer d'entraînement

TÂCHE D'ENTRAÎNEMENT		TÂCHE DE TRANSFERT			
à 1,60 m et 1,20 m du panier alternativement tous les 5 essais (15 changements de distance sur 80 essais)		40 essais de tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier (score moyen sur 10 essais)			
		avant	après	transfert	
gr. I	tir de basket-ball IDENTIQUE d'une main de la poitrine	2,31	3,46	+ 1,15 signif. à .0005	+ 1,25 56,56% signif. à .01
gr. II	tir de basket-ball PEU SIMILAIRE à deux mains par enlevé	2,31	2,36	+ 0,05	+ 0,15 non signif.
gr. contr.		2,31	2,21	- 0,10	

Différence de scores de post-test (gr. I - gr. II) = 1,10 signif. à .005

Composition des groupes : 13 garçons de 11-12 ans, élèves de 6^e.

Distribution des essais : pour la tâche de transfert, 1 séance de 8 séries de 5 essais; pour l'entraînement, 8 séances de 2 séries de 5 essais à 3 ou 4 jours d'intervalle.

Période de l'année scolaire : octobre.

La différence de 1,10 réussites en moyenne sur 10 essais entre les scores de post-test des groupes I et II, est très significative de l'existence d'un effet parent ($p < .005$ pour $t = 3,85$) qui peut être attribué à l'effet de la variation de la similitude gestuelle des tirs d'entraînement entre les deux groupes, par rapport au tir de transfert.

Tous les résultats concordent. L'effet de transfert positif résultant des réajustements fréquents d'un lancer à des changements de distance de la cible, ne semble pouvoir se manifester que sur l'exécution ultérieure d'un nouveau réajustement du même lancer, ou d'un lancer très similaire, à une distance différente de la cible.

L'hypothèse de la spécificité de cet effet de transfert dans les tâches de lancers de précision est, par là même, vérifiée.

CHAPITRE VII

DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

A — CONFIRMATION DES HYPOTHÈSES

L'ensemble des résultats expérimentaux semble bien confirmer les hypothèses de transfert qui font l'objet de cette étude.

Tous les faits démontrent que les performances d'un lancer de précision peuvent être améliorées par l'entraînement préalable dans une tâche de lancer similaire, à condition que la similitude gestuelle soit très forte entre les lancers.

C'est ainsi qu'un effet positif de transfert n'a pu se manifester qu'entre deux techniques gestuelles très proches l'une de l'autre, comme le tir de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m du panier et le même tir effectué à deux mains (expérience I), ou, inversement, entre ce tir à deux mains et le tir d'une main (expérience II). Transfert également qu'entre deux modalités très voisines d'ajustement d'un même lancer, comme les tirs de basket-ball d'une main de la poitrine à 1,40 m et 1,60 m du panier (expériences III et IV), ou les tirs à 1,20 m et 1,40 m (expérience VI).

De nombreuses observations témoignent, certes, de la possibilité d'améliorer cet effet de transfert par des réajustements fréquents du même lancer, ou d'un lancer similaire, en fonction de la diversification des conditions d'exécution au cours de l'entraînement.

Nous l'avons constaté après un entraînement alterné de tirs de basket-ball à deux distances du panier (1,60 m et 1,20 m) avec 7 changements de distance (expérience IX), 31 changements (expérience X), et 47 changements (expé-

rience XI), à raison d'une alternance tous les 5 essais. Résultats comparables avec des tirs de pétanque (expérience XII). Dans tous les cas, aucune amélioration ne fut obtenue après un seul changement de distance.

Mais, là encore, cet effet positif de transfert ne s'est manifesté qu'entre deux techniques gestuelles de lancer très similaires, telles que les tirs de basket-ball à deux mains et d'une main de la poitrine (expériences XV et XVI), ou entre deux modalités très voisines d'ajustement du même tir de basket-ball (expérience XVII).

Aucun effet positif de transfert n'a pu être observé entre des techniques gestuelles de lancer plus ou moins différentes ou trop peu similaires, telles que le tir de football, le tir javeloté d'une balle de tennis, ou le tir de basket-ball à deux mains par enlevé, d'une part, et les tirs de basket-ball à deux mains ou d'une main de la poitrine, d'autre part (expériences I et II). Mêmes résultats en inversant l'ordre chronologique des tâches (expériences VII, VIII, IX). Pas plus de transfert en diversifiant les conditions d'exécution du lancer au cours de la première tâche, que les techniques gestuelles utilisées soient plus ou moins différentes (pré-expérience XIII) ou peu similaires (pré-expérience XIV, expériences XV, XVI, XVII). Transfert tout aussi nul entre des modalités d'ajustement d'un même geste de lancer si elles ne sont pas très voisines l'une de l'autre, comme des tirs de basket-ball à 1 m ou 1,20 m du panier et le même tir exécuté à 1,60 m (expériences III et IV). Notons enfin qu'aucune amélioration des performances ne fut également constatée dans l'exécution d'un tir à 1,40 m, après un entraînement à 1,60 m, en raison des difficultés particulières d'ajustement observées à partir de cette distance de la cible pour des sujets de 11-12 ans (expérience VI).

Nous avons signalé, chemin faisant, au sujet des effectifs, des horaires et de l'équipement disponible, les contraintes et les limites auxquelles nous avons dû nous adapter, pour insérer cette recherche dans l'activité pédagogique normale d'un professeur d'Education Physique de l'enseignement secondaire. Mais la forte redondance et la cohérence des résultats, au-delà de leurs variations particulières, peuvent être considérées comme une garantie de validité pour la vérification expérimentale des hypothèses.

Il faut bien se garder, malgré tout, de tirer de l'analyse de ces résultats, des conclusions trop générales ou définitives, compte tenu des conditions particulières bien définies dans lesquelles ils ont été obtenus, qu'il s'agisse de facteurs individuels, de variables relatives à la tâche, de l'attitude de l'expérimentateur, etc... Pour des raisons méthodologiques évidentes, nous nous sommes efforcés de contrôler toutes les variables susceptibles d'interférer avec les facteurs de transfert étudiés, afin de pouvoir isoler l'effet de ces derniers.

B – LE TRANSFERT ATTRIBUÉ A LA FLEXIBILITÉ D'AJUSTEMENT D'UN PROGRAMME MOTEUR ET LES CONDITIONS DE SON AMÉLIORATION

Un des faits les plus saillants de ces expériences a été, sans nul doute, la mise en évidence d'un degré minimum, bien plus élevé que prévu, d'un « seuil », de forte similitude gestuelle nécessaire, pour que l'effet de la similitude des lancers puisse se traduire par un transfert positif d'apprentissage.

Cette constatation semble justifier l'interprétation que nous avons proposée, en considérant que la similitude gestuelle propice au transfert correspond à des différences plus ou moins grandes de modalités d'exécution d'un même programme moteur, compatibles avec une certaine marge de flexibilité d'ajustement.

Ces résultats suggèrent, en outre, l'hypothèse d'une variation de la flexibilité, en fonction des conditions d'exécution au cours de l'apprentissage.

Des conditions stéréotypées d'exécution réduiraient au minimum la marge de flexibilité adaptative du programme moteur utilisé. Si le transfert positif n'a été possible entre deux modalités d'ajustement d'un même lancer à des distances différentes de la cible, que pour un écart minime de 20 cm entre ces distances, il faut, de toute évidence, en chercher la raison dans l'uniformité des conditions d'exécution.

Par contre, les réajustements fréquents du mouvement sollicités par la variation de ces conditions d'exécution, augmentent la marge de flexibilité du programme moteur concerné et améliorent l'efficacité des remaniements du mouvement compatibles avec cette flexibilité. Nous avons démontré que l'entraînement alterné avec des changements fréquents entre deux distances de la cible, donne toujours des résultats nettement meilleurs que l'entraînement successif à l'une et à l'autre distance, sur l'ajustement ultérieur du même lancer à une distance de la cible intermédiaire. La variation du nombre des essais, de l'âge des sujets et du niveau initial des performances, n'a rien changé à la tendance exprimée par la différence systématique des résultats observés en fonction de la modalité d'entraînement.

Nous sommes tentés de penser qu'un nouveau programme moteur, pour être considéré comme acquis réellement, doit pouvoir disposer d'une marge suffisante de flexibilité adaptative qui se développe avec la variation des conditions d'apprentissage. Si les dispositifs de rétro-actions compensatrices qui assurent la régulation automatique de l'ajustement visuo-moteur des lancers, préexistent dans le plan de câblage génétique, faut-il encore en solliciter le fonctionnement à travers la diversité des réajustements, pour en activer et améliorer les possibilités fonctionnelles. Nous retrouvons là, assurément, la notion de « schème d'action » de PIAGET,

évoquée au début de cette étude et définie comme l'acquisition à la faveur de la variété des ajustements d'un mouvement à des situations particulières, d'une organisation motrice, ou d'une certaine manière pour les différentes composantes du mouvement de dépendre les unes des autres et de l'ensemble, qui reste identique quelles que soient les variations des modalités d'exécution. Mais le présupposé théorique commun à toutes ces expériences est bien, en définitive, la flexibilité d'ajustement d'un programme moteur, dont l'efficacité varie avec la fréquence et la diversité des réajustements du programme, en fonction de la plus ou moins grande variété des conditions d'exécution au cours de l'acquisition.

Il va de soi que même l'effet de transfert attribué à l'amélioration de la flexibilité adaptative d'un programme moteur, a une portée limitée, étant donné qu'il ne peut s'exercer que sur d'autres modalités d'ajustement du même programme moteur. Nous avons effectivement constaté que les réajustements fréquents d'un lancer de précision, au cours d'un entraînement alterné avec changements de distance de la cible, avaient un effet nul sur les performances réalisées ultérieurement dans des tirs de précision peu similaires ou plus ou moins différents.

La spécificité des manifestations de transfert observées dans toutes ces expériences, semble confirmer les constatations faites dans de nombreux travaux consacrés à la motricité.

C — A PROPOS DE QUELQUES ÉTUDES EN FAVEUR DE LA SPÉCIFICITÉ DES ACQUISITIONS MOTRICES

PINON (1972, p. 17, 18) rappelle que dès 1901, THORNDIKE et WOOD-WORTH, après une série d'observations portant sur des tâches diverses, concluaient que « l'activité humaine, tant mentale que motrice, était très spécifique ». THORNDIKE n'eut pas de peine à infirmer la théorie dont se réclamaient beaucoup d'éducateurs au début du siècle, selon laquelle, l'exécution de certaines tâches privilégiées pouvait améliorer des « facultés » générales susceptibles de se transférer à l'exécution ultérieure d'autres tâches impliquant les mêmes facultés. Il faut dire que du point de vue de la méthode expérimentale, les recherches sur lesquelles s'appuyait cette théorie étaient fort peu rigoureuses. Les deux groupes d'élèves dont on avait comparé les résultats à des tests d'intelligence, selon qu'ils avaient suivi ou non des cours de latin, n'avaient pas au départ les mêmes possibilités intellectuelles. Comme c'est précisément les plus « doués » qui avaient opté pour le latin, les meilleurs résultats obtenus par ces derniers aux tests de fin d'études

secondaires, pouvaient s'expliquer tout aussi bien par des meilleures possibilités intellectuelles initiales que par l'effet du latin. THORNDIKE écrivait en 1924 : « quand les bons sujets étudiaient le grec ou le latin, ces matières semblaient former le raisonnement. Maintenant qu'ils étudient la physique et la trigonométrie, ce sont ces matières qui semblent former un raisonnement juste ». Ne pourrait-on pas en dire autant aujourd'hui, en ce qui concerne l'orientation prioritaire des meilleurs élèves dans les sections « C » de mathématiques ! THORNDIKE pensait, en définitive, que seuls des savoir-faire et des connaissances spécifiques étaient susceptibles de transfert, d'où sa théorie de la similitude des tâches ou des éléments identiques », dont nous nous sommes inspirés en partie, en considérant toutefois, à propos des critères à définir pour apprécier la similitude gestuelle des lancers, que la notion d'« éléments » était inadéquate et que celle d'organisation sensori-motrice semblait mieux convenir.

PINON (p. 41) remarque que même « des qualités de caractère comme le cran ou le courage physique sont souvent spécifiques à la situation. Tel gymnaste audacieux sera inhibé au saut à la perche ou en escalade rocheuse. Des généralisations abusives sont à ce sujet, assez courantes dans la vie quotidienne. On entend, par exemple, souvent parler d'un « tempérament artiste », cette expression indiquant, ipso facto, un intérêt voire une certaine forme de réussite, dans toutes les activités relevant de l'esthétique : musique, peinture, sculpture, danse, etc... Or, il est tout à fait possible que tel peintre, créateur et sensible, puisse n'être que peu ému par l'expression musicale ou dansée, et que tel autre musicien inspiré reste perplexe devant une toile vierge. Là aussi, il semble qu'il y ait une certaine forme de spécificité ».

EGGER (1973) souligne qu'il en est de même à propos des vertus dites « sportives », telles que le « fair-play », le « sport's man ship », attribuées sans discernement à la pratique du sport, alors que les conclusions d'un grand nombre d'études à ce sujet sont unanimes : « il n'y a guère de preuve de l'acquisition par le sport de traits généraux de la personnalité, d'attitudes sociales » pouvant déterminer le comportement en dehors des situations sportives.

En ce qui concerne les apprentissages moteurs, LAUHLE (cf. PINON, p. 6) écrivait en 1934 dans « les cahiers techniques de l'Éducation physique », qu'il fallait « bien se pénétrer de ce principe par nous maintes fois affirmé : on n'apprend à faire un geste qu'en faisant ce geste et seulement ce geste ».

PINON (p. 6) cite l'entraîneur américain RYAN qui exprimait une opinion similaire à propos du saut à la perche, au cours de 3^e congrès mondial des entraîneurs d'athlétisme qui s'est tenu en 1961 à Paris : « à cet égard, en tant que psycho-

logue professionnel, je dois dire que je n'ai pas beaucoup foi dans le transfert d'entraînement... Si vous voulez enseigner une discipline sportive, rien ne vaut la discipline elle-même». Il déconseille ainsi les exercices de compréhension «qui ne sont pas d'une très grande utilité mais, au contraire, peuvent gêner l'action même», et ce d'autant plus que l'exercice se rapproche de la situation de compétition.

De même pour CRATTY (1974, p. 16-17), «compter sur un éventuel transfert d'une «tâche de coordination» à la tâche qui vous préoccupe, ne sera pas aussi profitable que de travailler les composantes spécifiques de la technique que l'on souhaite maîtriser».

LE BOULCH (1971) déclare s'associer volontiers à cette conception qui, dit-il, «aurait dû remettre en question l'utilisation des exercices, dits éducatifs, qui précèdent encore dans les «progressions» de beaucoup d'instructeurs l'apprentissage d'un geste technique complexe». Ses critiques portent en particulier sur le caractère équivoque des notions de «simple» et de «complexe» qui peuvent ne pas avoir la même signification, selon qu'elles qualifient la «forme» apparente des exercices ou leur réalisation vécue. «L'Expérience m'a montré à plusieurs reprises, dit LE BOULCH (1966), que parfois des exercices à forme «simple» dépouillés de certains détails, étaient réalisés plus difficilement par les élèves que d'autres exercices apparemment plus complexes... Il y a une chose certaine, c'est que les élèves buttent sur un exercice pour des raisons diverses, et la progression standard applicable pour tous est un non-sens».

Pour KNAPP (1971, p. 133) également, «s'il s'agit d'apprendre une habileté comprenant des patterns moteurs difficiles, il est préférable de s'y exercer directement plutôt que d'avoir recours à des exercices préparatoires, à condition que le sujet soit assez mûr pour effectuer les actions et ne se décourage pas au point de tout abandonner». KNAPP conteste en outre (p. 138) qu'une gymnastique éducative de base puisse développer un facteur central d'aptitude physique pouvant se transférer à l'apprentissage d'autres habiletés... et l'auteur ajoute «même s'il existe un facteur de kinesthésie commun à toutes les habiletés motrices, son effet semble minime comparé à celui des facteurs spécifiques d'une habileté motrice déterminée».

Tout récemment, EGGER (1973) écrivait que la pratique pédagogique consistant à programmer les exercices «du plus facile au plus difficile» pour en faciliter l'apprentissage, peut engendrer parfois un effet négatif de transfert. Il cite deux exercices tirés de la gymnastique aux agrès. Le premier est un établissement de la suspension à l'appui sur la barre fixe par une jambe fléchie entre les prises. Le deuxième est un établissement jambes tendues. Ces deux mouvements se ressemblent

du point de vue de la forme, mais en ce qui concerne leur structure fonctionnelle, ils sont totalement différents. Alors que dans le premier, l'impulsion pour le balancement est donnée par l'emploi de la jambe d'élan, elle provient dans le second du déplacement du centre de gravité et d'un mouvement de bascule prononcé. L'apparente similitude entre les deux exercices provoque donc, dans ce cas, des intrusions néfastes du principe de fonctionnement précédemment acquis dans l'apprentissage du second.

HENRY (cf. EGGER, 1973, p. 147) avait déjà affirmé, en 1958, que les habiletés motrices sont tout à fait spécifiques, et n'ont que des ressemblances superficielles avec d'autres habiletés motrices. Si bien que le moindre changement dans une activité produit une nouvelle activité qui relève d'un nouvel apprentissage. Il en veut pour preuve les corrélations faibles trouvées entre des habiletés apparemment similaires. Il ajoutait par la suite (1960) qu'«il n'est pas possible de justifier plus longtemps le concept d'habiletés générales d'apprentissage moteur, telles que la coordination et l'agilité, depuis qu'il est prouvé que ces habiletés sont spécifiques au test ou à l'activité».

FLEISHMAN (1967), cité également par EGGER, fait remarquer que pour éviter toute confusion à ce propos, les anglo-saxons utilisent le terme «skill» qui se réfère à un niveau d'efficacité sur une tâche spécifique ou un groupe limité de tâches... par opposition au terme «ability» qui se réfère à un trait plus général de l'individu inféré d'une certaine conformité de la réponse et des corrélations observées sur certaines sortes de tâches».

Discussion

Nous avons retrouvé, en ce qui nous concerne, cette spécificité des acquisitions motrices, au-delà même de ce que nous pouvions soupçonner, sans pour autant penser pouvoir adopter une position extrême et rigide qui nierait, à la limite, la possibilité de tout transfert d'apprentissage.

Tout d'abord, nous avons observé des manifestations incontestables d'effets positifs de transfert, aussi restreint qu'il ait pu être par ailleurs, leur champ d'application.

De plus, il s'agit dans nos expériences, de tâches d'ajustement essentiellement «balistique». Les conditions d'exécution des lancers sont invariables ou bien le changement est limité à une variation systématique entre deux distances de la cible. Bref, les situations d'apprentissage ne sollicitent pas une attitude particulièrement active du sujet, notamment dans la première partie de l'expérimentation, ce qui ne peut, semble-t-il que favoriser la spécificité des acquisitions. En effet,

nos tâches d'apprentissage avaient pour objet d'ajuster à une localisation déterminée de la cible, une coordination sensori-motrice déjà acquise pour l'essentiel, non pas d'en acquérir de nouvelles. L'efficacité acquise dans cet ajustement, ne pouvait se transférer, selon l'hypothèse qui semble avoir été vérifiée dans ces expériences, qu'à des variations de modalités d'exécution du programme moteur de lancer, compatibles avec sa marge de flexibilité. Le caractère « balistique » de l'activité rend généralement impossible l'intervention d'un contrôle intentionnel de l'ajustement au cours de l'exécution en ce qui concerne notamment la phase finale du mouvement. Les processus de correction opèrent surtout au niveau de la programmation des régulations visuo-motrices du lancer, avant le déclenchement de l'acte, ce qui ne peut que limiter les possibilités de transfert attribuées à l'intervention du contrôle intentionnel du sujet. Et surtout, l'invariabilité des modalités d'exécution du lancer, leur ajustement à une localisation bien précise de la cible, ne peuvent, en définitive, qu'aboutir à des connexions figées, automatisées, entre les processus perceptifs et moteurs concernés, déchargeant progressivement l'activité intentionnelle de tout contrôle de la régulation. Nous supposons pouvoir en déduire une réduction de la marge de flexibilité du programme moteur utilisé, ne permettant plus qu'une faible tolérance des variations de l'ajustement du programme à des changements ultérieurs des conditions d'exécution.

Inversement, nous avons amélioré l'effet de transfert attribué à cette flexibilité adaptative, avec des réajustements fréquents du lancer dus à des changements de distance de la cible. Ces derniers résultats semblent indiquer la voie à suivre pour la recherche de plus grandes possibilités de transfert, par une diversification des conditions d'exécution qui concernerait non seulement la distance, mais aussi la hauteur de la cible, le poids et la dimension du ballon, la vitesse d'exécution du mouvement, etc...

Nous avons fait l'hypothèse qu'avec les réajustements fréquents du lancer nécessités par la variation de la distance de la cible, nous sollicitons suffisamment le fonctionnement des mécanismes de régulation correctrice et l'intervention du système de contrôle intentionnel de l'ajustement, pour pouvoir prédire une amélioration de la flexibilité du programme moteur concerné. Mais nous pouvons supposer que le caractère systématique de la variation des conditions d'exécution, comme c'est le cas dans nos expériences, peut là encore, conduire à terme, à une certaine automatisation du mouvement déchargeant l'activité intentionnelle du sujet du contrôle de la régulation. Il serait donc intéressant de pouvoir confronter à l'effet de cette variation systématique et prévisible de la distance de la cible, ou de toute autre condition d'exécution, celui d'une variation « aléatoire » concernant à la fois, les modalités d'ajustement, trois au minimum, et le nombre d'essais effectués à chacune d'elles. L'incertain de la situation, par la vigilance constante

qu'il exige du sujet, par l'intervention sans cesse renouvelée du contrôle conscient et intentionnel des remaniements du lancer qu'il implique, permettrait, semble-t-il, de créer les conditions les plus favorables à la manifestation d'un effet positif de transfert d'ajustement.

PARLEBAS (1976, p. 85, 86, 87) a récemment souligné le rôle important de cette notion d'«incertitude» dans la différenciation des conduites motrices, en la proposant comme critère de classification, au même titre que la notion de «communication motrice», bipolarisée en relations de coopération et d'opposition. Nous serions tentés, pour notre part, de lui accorder une place prédominante dans une classification des situations motrices fondée sur les possibilités de transfert qu'elles sont susceptibles de promouvoir; les situations avec communications motrices n'étant, de ce point de vue, que des sous-classes des situations avec incertitude. PARLEBAS admet lui-même (p. 76 et 86) que l'incertain peut être dû au milieu et à autrui. S'il réduit par la suite (p. 93), dans ses critères de partition, la présence de l'incertitude à celle «issue du milieu extérieur immédiat et à lui seul (le milieu matériel physique étant seul pris en compte)», il ajoute aussitôt que les deux autres critères : «la co-présence d'un partenaire (P) et la co-présence d'un adversaire (A), impliquent la réalisation d'une communication motrice *donc* (1) l'intervention systématique d'une incertitude se rapportant à autrui». C'est, en fin de compte, le niveau d'extrême complexité de l'incertitude qui pourrait caractériser essentiellement les conduites d'inter-communication et de contre communication motrices avec partenaires et adversaires, que PARLEBAS a fort bien analysées par ailleurs sous le terme de «conduites socio-motrices». Incertitude dans le décodage par le sujet de la signification d'une situation et de son évolution, qui passe par l'anticipation de l'action des partenaires et/ou des adversaires, fondée elle-même sur des anticipations de même type. Il s'agirait en quelque sorte d'une anticipation d'anticipations. Ces phénomènes d'empathie sociomotrice se compliquent encore dans la mesure où le joueur dont nous essayons de déchiffrer les intentions, masque son jeu, ruse et tend des pièges. L'interprétation nécessairement choisie entre plusieurs possibles, comme la décision qui en résulte quant à la stratégie d'action à adopter, comportent toujours un certain risque, préjugent d'une certaine probabilité de réussite, d'autant plus difficiles à évaluer que l'irruption de phénomènes affectifs et intersubjectifs latents qui imprègnent les mécanismes de la motricité, peut en opacifier et déformer l'appréhension.

En ce qui concerne les conditions à réaliser pour le transfert aux situations de jeu, de l'adresse acquise dans l'exécution de lancers sportifs au cours de l'entraînement, la diversité et l'imprévu des modalités d'exécution de ces lancers s'imposent

(1) Souligné par nous.

encore plus. Il conviendrait de proposer des situations interrelationnelles fluctuantes à variations plus ou moins aléatoires, susceptibles de diversifier au mieux les modalités d'ajustement des lancers.

De telles situations d'entraînement rappelant celles du jeu, doivent solliciter une attitude active du sujet dans le choix de la technique gestuelle la plus appropriée aux circonstances, pour son intégration dans des réseaux variés d'intercommunication socio-motrice. Nous sommes, dès lors, confrontés à un autre type de transfert concernant des acquisitions motrices de nature différente. Le joueur sera appelé à choisir dans son répertoire de modalités réactionnelles disponibles, en réponse à une situation particulière, celle qu'il estime être la plus pertinente en fonction du but poursuivi et du résultat attendu de l'exécution. Il devra isoler le programme moteur concerné de la situation à laquelle il était primitivement associé, pour l'intégrer dans une nouvelle conduite motrice. Nul doute que la restructuration de ces conduites motrices ne peut être que facilitée par la diversité, le renouvellement incessant des situations socio-motrices que l'on trouve notamment dans les jeux sportifs.

De plus compte tenu des techniques spécifiques plus ou moins nombreuses susceptibles d'être utilisées dans des activités sportives complexes, le répertoire réactionnel individuel peut s'avérer insuffisant. Le sujet devra, parfois, acquérir de nouveaux programmes d'action mieux adaptés aux nouvelles situations; ce qui pose le problème de l'apprentissage moteur proprement dit.

D – LA PLASTICITÉ DU SYSTÈME MOTEUR ET LE TRANSFERT

Comme nous l'avons souligné précédemment, l'acquisition d'un nouveau programme moteur suppose l'intervention d'un système de contrôle intentionnel pour la recherche et la sélection de coordinations sensori-motrices élémentaires ou de séquences partielles les plus appropriées, qui seront combinées dans une nouvelle organisation motrice.

Pour rendre compte de cette possibilité d'apprentissage moteur, de cette «fonction organisante» du système nerveux, PAILLARD (1977, p. 20) utilise le concept de PLASTICITÉ ou «capacité que peut présenter le système de modifier durablement sa structure interne en acquérant une possibilité nouvelle de fonctionnement non prévue dans son plan de construction initial».

A propos de l'usage métaphorique, immodéré et ambigu de ce terme de plasticité, PAILLARD (1976, b) évoque le «piège des consécration sémantiques».

En effet, si « plasticité » au sens propre, désigne, selon le nouveau LITTRÉ, « la capacité qu'ont les corps déformables de changer leur forme sous l'action d'une force extérieure et de conserver cette déformation lorsque cette force a cessé d'agir », étymologiquement, le terme se réfère « au pouvoir de former, de donner une forme ». La biologie devait se heurter à cette ambivalence. Selon qu'on se réfère à l'acception moderne ou ancienne, le terme peut traduire, soit la propriété d'une organisation vivante d'être malléable et de pouvoir s'ajuster aux contraintes de l'environnement, soit la capacité de transformer ses propres structures par apprentissage, pour en créer de nouvelles, ou encore de transformer celles du milieu extérieur. Les biologistes semblent ne retenir actuellement du terme de plasticité que le sens de déformabilité durable des « structures » vivantes. Mais d'autres difficultés apparaissent en raison de l'utilisation tous azimuts de la notion de structure, devenue trop imprécise pour avoir une utilité heuristique. Même si l'on n'entend par structure que le « substratum matériel » du système organique qui nous intéresse, une nouvelle ambivalence surgit. PAILLARD (p. 37) précise que « cette structure est définie, à la fois, par une « structure d'inter-face » comme lieu de ses interactions avec son environnement (souvent confondue avec sa morphologie, sa forme), et par une « structure de connectivité interne » définissant le support des interactions qui solidarisent les éléments ou sous-systèmes qui le composent ». A la première et à la seconde de ces structures, correspondent respectivement deux notions qui peuvent être également confondues : la fonction du système et sa finalité d'une part, le processus de fonctionnement interne d'autre part, la fonction étant le produit du processus de fonctionnement.

C'est précisément pour éviter toute équivoque, que nous avons crû devoir utiliser, pour caractériser et distinguer le type de modifiabilité du système, dont il a toujours été question semble-t-il dans nos expériences, le terme de FLEXIBILITÉ.

Cependant, en nous référant au concept de plasticité, au sens restreint et précis de « modifiabilité durable du réseau structural de connectivité », nous pouvons concevoir une démarche analogue à celle utilisée à propos de la flexibilité, pour l'exploration d'un autre champ de recherches sur le transfert concernant l'acquisition de nouveaux programmes moteurs.

La façon d'acquérir de nouvelles possibilités réactionnelles n'est pas indifférente pour l'effet qu'on peut en attendre sur l'adaptabilité motrice. Nous y retrouvons le bipôle passivité-activité. Le sujet peut être l'exécutant ou l'artisan de ses propres transformations. L'organisme peut, comme dit encore PAILLARD (1977, p. 36), « soit incorporer de l'ordre extérieur » en s'accommodant aux exigences d'un milieu contraignant, en se conformant à des modèles socioculturels, comme ceux auxquels se réfère souvent l'enseignement, « soit créer de l'organisation » en

réponse aux actions aléatoires exercées par l'environnement sur le sujet. Le système nerveux réunit les conditions nécessaires, en particulier l'extrême complexité, le redondance et la fiabilité suffisantes de ses structures, qui rendent possible l'émergence de cette capacité de « création d'ordre à partir du bruit » selon l'expression originale de VAN FOERSTER.

Seule la fonction « organisante », qui rend compte du premier type d'acquisition de cette plasticité que nous pourrions qualifier d'« imitative », est sollicitée dans la pratique habituelle, plus ou moins directive, des apprentissages. MUCCHIELLI (1972) cite, à ce propos, le « learning » des anglo-saxons que PIERON définit comme « une modification du comportement (c'est-à-dire de l'ensemble des réactions objectives observables) dans le sens d'une adaptation progressive au cours d'activités répétées dans des conditions semblables ». C'est encore plus évident dans la technique du « drill » où les répétitions sont prolongées jusqu'à la fixation de stéréotypes moteurs. De nombreux automatismes sont appris ainsi. Ils nous permettent de réagir comme il convient par des réponses immédiates et sûres à des signaux conventionnels et à des situations-standard. Mais il s'agit dans tous les cas d'une méthode passive de reproduction de modèles, dont l'usage abusif est vigoureusement dénoncé dans la pratique éducative parce qu'il tend à transformer l'individu en une sorte de robot, certes capable parfois de rendement élevé, mais privé de toute possibilité d'initiative et d'imagination motrice.

Une certaine polémique s'est instaurée à ce sujet en ce qui concerne le sport. S'il est vrai que d'un point de vue éducatif, les méthodes directives encore trop souvent utilisées dans l'enseignement sportif doivent être dénoncées, la condamnation globale du sport à laquelle certains auteurs aboutissent, nous paraît abusive et injustifiée. Pour l'essentiel, ce n'est pas la nature de l'activité qui est en cause, mais la façon de l'aborder. L'aliénation ne vient pas du sport, mais d'une certaine « pratique » sportive, d'une conception directive des apprentissages étouffant toute spontanéité, du recours exclusif à des méthodes de conditionnement, du choix imposé du but et des moyens, d'une réduction du sujet au rôle d'exécutant passif et de « spectateur » à l'égard de sa propre motricité... ce que l'on peut déplorer à propos de n'importe quelle activité. Inversement, la motivation sportive, dont il serait vain de nier l'importance socio-culturelle, peut être utilisée à des fins éducatives, en prenant soin de faire et laisser faire les adaptations pédagogiques qui s'imposent, quant à la nature des activités et aux conditions d'exécution (1).

(1) Faut-il rappeler que nous devons la découverte du rugby à l'imagination rebelle d'un jeune anglais du collège de RUGBY, qui un jour décida au cours d'un match de football, de prendre le ballon à la main, pour mieux le protéger vraisemblablement et le porter plus rapidement dans les buts adverses !

Un aménagement convenable du milieu permet ainsi à l'enfant de redécouvrir certaines techniques de base. La diversification des situations proposées, le libre choix des solutions expérimentées, leur remise en cause par l'analyse collective des résultats, une certaine forme d'auto-gestion, favorisent l'activité conceptuelle, l'initiative personnelle et l'innovation motrice. De nombreuses tentatives ont déjà été faites dans ce sens, avec l'expérience collective du lycée de CORBEIL à partir de 1963, la mise en pratique au lycée de CALAIS, dès 1966, de la conception mise au point par DE RETTE d'une «république des sports», les stages Maurice BAQUET d'expérimentation pédagogique, organisés chaque année à SÈTE, depuis 1965, sous l'impulsion de MERAND et de ses collaborateurs, etc... Même un auteur comme LE BOULCH (1977, p. 208) qui pendant longtemps ne ménagea pas ses critiques contre l'orientation sportive de l'Éducation physique scolaire, conçoit maintenant, dans sa «psycho-cinétique», une méthodologie du «sport éducatif», admettant que les activités sportives peuvent représenter «un support possible pour une formation corporelle dispensée dans le cadre de la scolarité obligatoire... dès la pré-adolescence». Si par éducation psycho-motrice on entend le développement des aptitudes perceptivo-motrices en rapport avec l'ensemble de la personnalité à partir du «vécu» de l'enfant, nous pensons avec ADAM (cité par LE BOULCH, p. 178) qu'«il n'est pas question d'opposer la psycho-motricité aux activités réelles de notre temps, telles que le sport. La formation psycho-motrice passe⁽¹⁾ par l'assimilation de ces activités réelles qui font le contenu de l'Éducation physique».

Nous faisons, là encore, l'hypothèse que la fonction «auto-organisante», qui rend compte de cette plasticité créatrice à développer, peut s'améliorer avec la diversification des apprentissages et de leurs conditions d'exécution dans le cadre d'une pédagogie non-directive fondée sur une participation active du sujet. Plus précisément, la recherche tâtonnante, la découverte personnelle et la libre expérimentation de solutions motrices de type probabiliste, en réponse à des situations fluctuantes et incertaines, solliciteraient fréquemment l'intervention du système de contrôle intentionnel dans les processus de structuration de l'apprentissage. Cette attitude active et vigilante favoriserait la prise de conscience du vécu psycho-socio-moteur correspondant, stimulerait l'initiative et la créativité motrice. Les conditions optima pourraient être ainsi réunies pour une amélioration de cette plasticité auto-organisante, autorisant la prédiction des plus grandes possibilités de transfert dans l'acquisition de nouvelles conduites motrices.

C'est dans une perspective analogue que PARLEBAS (1978, p. 5 et 12) oppose à l'«orthomotricité», à cette «motricité droite et juste... prenant pour

(1) Nous dirions plutôt «peut et doit passer».

modèle le geste du champion sportif», la motricité débridée et personnalisée du jeu. «Celle-ci ne se réduit pas à des données biomécaniques, non plus à la signification cognitive et opératoire immédiate de l'acte en cours. Une signification seconde, portée par les interactions des personnes en face à face et qui plonge ses racines dans l'affectivité, imprègne profondément toutes les conduites ludomotrices... Cette métamotricité qui tourmente et qui enchante l'enfant est à la source du plaisir du jeu». PARLEBAS distingue en outre deux types d'activités ludiques. Tout d'abord celles dont la méta motricité essentiellement «instrumentale», se caractérise par la complexité des interprétations et des représentations anticipatrices qui préludent à l'initiative des stratégies de décision. Elles peuvent faire intervenir, comme les sports collectifs en général, une «sémiotricité» tactique très riche, mais dans le cadre rigide de clivages relationnels imposés par la règle. Nous pensons, toutefois, qu'au niveau de l'enseignement, il est concevable et souhaitable que ces contraintes soient assouplies, que les règles subissent les adaptations nécessaires, rien ne s'opposant, par exemple, à ce que les joueurs puissent changer fréquemment de rôle et d'équipes. Cette pratique sportive éducative pourrait tendre finalement vers le second type d'activités ludiques dans lequel PARLEBAS classe certains jeux sportifs traditionnels, où la métamotricité est à dominante affective. La possibilité de choix est ici essentielle. En donnant libre cours à l'imaginaire et à son «cortège fantasmatique», elle «autorise l'enfant à devenir en quelque sorte l'auteur de sa propre motricité» (p. 20).

Avec autant de conviction AZEMAR (1976, p. 96 et 104) exhorte l'importance fonctionnelle du jeu qui permet à l'enfant de «dégager son identité, de se singulariser en se différenciant des autres et, parfois, en s'opposant aux adultes», mais aussi en évoluant du comportement d'imitation aux conduites de création et de coopération. La fonction ludique serait le «garant dans l'ontogenèse d'une tendance à la complexité», le moyen privilégié «d'échapper quelques temps à la stérilité des conduites stéréotypées en soumettant toute organisation informationnelle à de nouvelles sources d'aléas et... de désordre». Or, «pour réduire le désordre, l'enfant procède par essais et erreurs» dans de multiples explorations et expériences actives. Nous pensons, du reste, qu'il en est généralement de même pour l'adulte, notamment en ce qui concerne les conduites motrices. L'auteur estime fort justement à ce propos, que «l'erreur, loin de dégrader l'information, est susceptible de l'enrichir en suscitant parfois un ordre nouveau». Il ajoute que «les tâtonnements laissent persister une incertitude qui favorise l'invention...» et que le comportement ludique est «lié au plaisir de la création, au plaisir d'être cause».

Rappelons avec AZEMAR que «tout un courant de pensée autour de VON NEUMANN, THOM, JACOB, ATLAN, MORIN, etc... s'attache depuis une dizaine

d'années à élucider comment tout système vivant se nourrit du désordre qui le menace et combien les changements heureux de l'évolution dépendent de perturbations, de «bruits» et d'erreurs».

A ce propos, les préhistoriens estiment nécessaire la diversification des conduites, pour leur adaptation aux modifications du milieu. Ils suggèrent que la disparition précoce de certaines espèces zoologiques, y compris certains hominés, tels que les Néanderthaliens, pourrait être due à une incapacité de s'adapter à de nouvelles conditions d'existence, en raison d'une trop grande spécialisation.

C'est dans une perspective analogue, que l'adresse fut définie au Symposium sur «le transfert dans l'Education physique», à Macolin (1975) comme la «capacité d'utiliser efficacement dans de nouvelles situations, les schèmes moteurs acquis». Il fut admis comme peu probable que le transfert puisse se produire de l'entraînement unilatéral d'un genre de sports ou de mouvements sur l'adresse mise en œuvre dans d'autres genres de sports, ou de mouvements. Il faut plutôt s'attendre à ce que l'adresse entraînée de cette façon, se limite à un genre de mouvements semblables. Seule, la pratique du plus grand éventail possible de tâches motrices, peut créer des conditions favorables au transfert dans l'apprentissage de tâches nouvelles.

Certes, la spécialisation précoce permet d'atteindre un haut niveau de performance dans la pratique d'une technique sportive particulière. Mais elle ne peut, semble-t-il, même si elle a recours à une certaine variabilité d'exécution en ce qui concerne la spécialité que limiter les possibilités de transfert dans l'apprentissage d'activités très différentes, compte tenu de l'exercice insuffisant de la fonction assumant la plasticité du système.

Cependant la diversité des acquisitions ne doit pas se faire au détriment, pour chacune d'elles, d'un minimum de stabilité.

Il faut entendre par stabilité, non pas la rigidité fonctionnelle d'un stéréotype moteur résultant d'un surapprentissage, mais la constitution, au terme d'un apprentissage suffisant, de schèmes moteurs transposables, dont la structuration interne assurée par auto-régulation, permet au système de contrôle intentionnel d'intervenir plus efficacement dans l'ajustement ou la réorganisation du mouvement.

Nous pensons avec EGGER (1973) qu'un équilibre entre la flexibilité et la stabilité des apprentissages, est la condition la plus favorable au transfert dans les tâches d'ajustement. Il en est de même dans l'apprentissage de nouveaux programmes moteurs, pour l'équilibre à rechercher entre la stabilité de l'acquisition et la plasticité, étant bien entendu qu'il s'agit dans ce cas, non pas d'ajustement, mais de l'aptitude du système à modifier durablement la structure sensori-motrice acquise.

Le dosage entre la stabilité et la modifiabilité des acquisitions dépend du but recherché. Comme dit WEISS (1976), « si l'on veut amener quelqu'un à pratiquer du sport durant toute sa vie, du sport en général et non pas un sport déterminé, il faut procéder d'une autre manière que si le but fixé est de réaliser les performances maximales dans une branche sportive ». Dans une programmation éducative des activités physiques et sportives scolaires, motivée par le souci de contribuer au développement de meilleures possibilités d'adaptation motrice, un compromis peut et doit être réalisé entre stabilité et modifiabilité. D'une part, un niveau d'apprentissage suffisant dans chaque activité pour qu'elle puisse se stabiliser. D'autre part toute la diversité possible des acquisitions et de leurs modalités d'exécution dans des situations de plus ou moins grande incertitude, afin d'en améliorer la plasticité.

Ce plaidoyer final pour des conditions de pratique diversifiée et créatrice, susceptibles d'améliorer la flexibilité comme la plasticité des acquisitions, avait pour objet de souligner la place particulière du transfert dans toute conception éducative des activités physiques et sportives. Certes, les remarques suggérées par l'interprétation des résultats et leur confrontation avec d'autres faits expérimentaux, ont mis en évidence les aspects particulièrement contraignants de la spécificité des apprentissages moteurs. Nous avons, par ailleurs, attiré l'attention sur les problèmes méthodologiques que pose l'expérimentation, sur la complexité des mécanismes en présence et sur la prudence à observer dans toute démarche explicative. Cependant, si l'effet de facilitation attribué à la similitude gestuelle des lancers est manifestement très limité, son amélioration incontestable obtenue par des réajustements fréquents des lancers d'entraînement avec une simple alternance des distances de la cible, témoigne bien de nouvelles possibilités de transfert qu'il importe de développer. Souhaitons, pour conclure, que cette approche expérimentale puisse répondre à l'intérêt grandissant que suscite ces phénomènes de transfert, et justifier le vaste programme de recherches qu'il reste à poursuivre pour mieux en connaître les mécanismes et en maîtriser les applications pédagogiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS J.A. — A closed - loop theory, *J. of motor Behavior*, 1971 (3), 2, 111-149.
- AMBLARD B., CRÉMIEUX J. — Rôle de l'information visuelle du mouvement dans le maintien de l'équilibre postural chez l'Homme, *Agressologie*, 1976, 17, c, 25-36.
- ANGEL R.W., GARLAND H., FISCHLER M. — Tracking errors amended without visual feedback, *J. of exp. Psychol.*, 1971, 89, 422-424.
- AZEMÂR G. — La fonction ludique : sources, ressources et portée du jeu dans l'ontogenèse de l'Homme, *Annales de l'I.N.S. et de l'E.N.S.E.P.S.*, 1976 (12), 10, 89-106.
- BACH-Y-RITA P., ITO F. — Properties of stretch receptors in cat extra ocular muscles, *J. Physiol.*, 1966, 186, 663-688..
- BARCH A.M., LEWIS D. — The effect of task difficulty and amount of practice on proactive transfer, *J. exp. Psychol.*, 1954, 48, 134-145.
- BATTIG W.F. — Facilitation and interference, in BILODEAU E.A., *Acquisition of skill*, New-York, Academic press, 1966, 215-244.
- BERTHOZ A., JEANNEROD M., VITAL-DURAND F., OLIVERAS J.L. — L'expérience visuelle est-elle nécessaire à la maturation du contrôle vestibulaire du mouvement des yeux ?, *Comptes rendus de l'acad. des Sc.*, 1975, 280, 1805-1808.
- BILODEAU E.A., BILODEAU I. McD. — Variable frequency of knowledge of results and the learning of a simple skill, *J. of exp. Psychol.*, 1958, 55, 379-383.
- BISHOP P.O. — Beginning of form vision and binocular depth discrimination in cortex, in SCHMITT F.O., *the neurosciences* (second study program), New-York, Rockefeller univ. press, 1970, 43, 471-485.
- BOSSOM J., OMAVA A.K. — Visuo-motor adaptation (to prismatic transformation of the retinal image) in monkeys with bilateral dorsal rhizotomy, *Brain Res.*, 1968, 91, 161-172.
- BRINDLEY G.S., LEWIN W.S. — The sensations produced by electrical stimulation of the visual cortex, *J. Physiol.*, 1968, 196, 479-493.
- BROUCHON M. — Communication personnelle, 1978.
- BROUCHON M., PAILLARD J. — Influence des conditions active ou passive de mobilisation d'un membre sur la précision du repérage de sa position finale, *C.R. Soc. biol.*, 1966, 160, 1281-1285.

- CHASE R., CULLEN J., SULLIVAN S., OMMAYA A. — Modification of intention tremor in man, *Nature*, 1965, 206, 485-487.
- COHEN L.A. — Role of eye and neck proprioceptive mechanisms in body orientation and motor coordination, *J. of Neurophysiol.*, 1961, 24, 1-11.
- CONRAD B., MATSUNAMI K., MEYER-LOHMANN J., WIESENDANGER M., BROOKS V.B. — Cortical load compensation during voluntary elbow movements, *Brain Res.*, 1974, 71, 507-514.
- CONTI P. — *Le pointage visuo-moteur : Etude expérimentale chez l'homme*, thèse de Doctorat de 3^e cycle, Marseille, C.N.R.S., INP 4, 1978.
- CONTI P., BEAUBATON D. — Utilisation des informations visuelles dans le contrôle du mouvement : étude de la précision des pointages chez l'homme, *Travail humain*, 1976, 39, 19-32.
- CRATTY B.J. — *Psychologie et activités physiques* (trad. par Simon M. et Thomas R. de *Psychology and physical activity*, 1968) Paris, Vigot frères, 1974, 244 p.
- DUNCAN C.P. — Transfer after training with single versus multiple tasks, *J. exp. Psychol.*, 1958, 55, 63-72.
- EGGER K. — Specificity, generality, transferability in physical education in *Le transfert dans l'Education physique*, Congrès mondial d'Education physique, Féd. belge E.P., 1973, (12) 13, 4, 145-153.
- EGSTROM G.H., LOGAN G.A., WALLIS E.L. — Acquisition of throwing skill involving projectiles of varying weights, *Research Quarterly*, 1960, 31, 3, 420-425.
- EKLUND G. — Position sense and state of contraction; the effects of vibration, *J. Neurol.*, 1972, 35, 606-611.
- EVARTS V.E. — Central control of movements, *Neuro Sc. Res. Progr. Bull.*, 1971, 9, 1-170.
- EVARTS E.V., TANJI J. — Gating of motor cortex reflexes by prior instruction, *Brain Res.*, 1974, 71, 479-494.
- EVARTS E.V., THACH W.T. — Motor mechanisms of the C.N.S. : cerebrocerebellar interrelations, *Ann. Rev. Physiol.*, 1969, 31, 451-498.
- FAMOSE J.P. — Etude sur le problème du transfert en Education physique, *Revue Education physique et sports*, 1971, n° 107, 13-20.
- FESTINGER L., CANON I.K. — Information about spatial location based on knowledge about efference, *Psychological Rev.*, 1965, 72, 373-384.
- FLEISHMAN E.A. — Individual differences and motor learning in GAGNE R.M. (ed), *Learning and individual differences*, Pittsburg, 1967, 8, 165-191.
- GAZZANIGA M.S. — *The bisected brain*, New-York, appleton century Crofts, 1970.
- GEOGH Mc J.A., IRLON A.L. — *The psychology of human learning*, 2nd ed., New-York, Mc Kay, 1953.
- GIBSON J.J. — *Principles of perceptual learning and development*, New-York, Appleton century corfts, 1969.
- GIBSON J.J. — Visually controlled locomotor and visual orientation in animals, *British J. of psychol.*, 1958, 49, 182-194.
- GOODWIN G.M., CLOSKEY D.I., MATTHEWS P.B.C. — Proprioception illusion induced by muscle vibration : contribution by muscle spindles to perception ? *Science*, 1972, 175, 1382-1384.
- GRAFE A. von. — In : *Handbuch der gesamten augenheilkunde*, verlag Leipzig, von Engelmann, 1880.

- GUILLAUME P. — *La formation des habitudes*, Paris, PUF, 1947.
- HAGBARTH K.E., EKLUND G. — Motor effects of vibratory muscle stimuli in man, in GRANIT R. (Ed.), *Muscular afferents and motor control*, Stockholm, Almqvist and Wiksell, 1966, 177-188.
- HAY L., BROUCHON-VITON M. — Analyse de la réorganisation des coordinations visuo-motrices chez l'homme, *An. Psychol.*, 1972, 72, 25-38.
- HAY L., BROUCHON-VITON M. — Etude de l'ajustement visuo-moteur chez l'enfant, *Cahiers de Psychol.*, 1976, 10, 3 et 4, p. 205.
- HAY L., BROUCHON-VITON M., RABATTU M. — L'Ajustement visuo-moteur chez l'homme. Résultats de certains facteurs critiques du mouvement, *Travail humain*, 1976, 39, 1, 53-62.
- HELD R. — Two modes of processing spatially distributed visual stimulation in SCHMITT F.O., *the Neurosciences* (second study program) New-York, Rockefeller univ. press, 1970, 31, 317-324.
- HELD R., HEIN A. — Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior, *J. comp. Physiol. Psychol.*, 1963, 56, 872-876.
- HELMHOLTZ H. von. — *Optique physiologique*, Paris, Masson, 1867.
- HENDERSON S.E. — Predicting the accuracy of throw without visual feedback, *J. of Hum. Mov. Stud.*, 1975, 1, 183-189.
- HENNEMAN E., SOMJEN G., CARPENTER D.O. — Functional significance of the size in spinal motoneurons, *J. Neurophysiol.*, 1965, 28, 560-580.
- HENRY F.M. — Specificity versus generality in learning motor skills, *Proceedings of the coll. phys. educ. ass.*, Washington, D.C., 1958.
- HOLDING D.H. — *Principles of training*, London, Pergamon press, 1965.
- HOLST E. von. — Relations between the central nervous system and the peripheral organs, *Brit. J. on Behav.*, 1954, 2, 89-94.
- HULL C.L. — *Principles of behavior*, New-York, appleton century, 1943, 422 p.
- HYVARINEN J., PORANEN A. — Function of the parietal associative area 7 as revealed from cellular discharges in alert monkeys, *Brain*, 1974, 97, 673-692.
- IVANOV-SMOLENSKI A.G. — Le travail en commun et l'intersection des deux systèmes de signalisation, trad. française in *questions scientifiques, psychologie, activité-nerveuse supérieure*, Paris, éd. nouv. critique, 1955.
- JACKSON J.H., PATON L. — On some abnormalities of ocular movement, *lancet*, 1909, (3), 27, 900-905.
- JANKOWSKA E. — Instrumental scratch reflex of the deafferented limb in cats and rats, Warzawa, *Acta Biol. Exp.*, 1959, 19, 233-247.
- JEANNEROD M., PRABLANC C. — Organisation et plasticité de la coordination œil-main, in HECAEN (H.), JEANNEROD (M.), *du contrôle moteur à l'organisation du geste*, Paris, Masson, 1978.
- JONES B. — Is proprioception important for skilled performance? *J. of motor Behavior*, 1974, 6, 33-45.
- KARLI P. — Neurophysiologie du comportement in KAYSER Ch., *Physiologie, tome 2*, Paris, Flammarion, 1976, 1331-1429.
- KEELE S.W., POSNER M.I. — Processing of visual feedback in rapid movement, *J. of exp. Psychol.*, 1968, 77, 155-158.

- KNAPP B. — *Sport et motricité, l'acquisition de l'habileté motrice* (trad. par Ganaricia M. et Dagne P. de *Skill in sport*, 1963) Paris, Vigot frères, 1971.
- KONORSKI J. — *Integrative activity of the brain*, Chicago, univ. of Chicago press, 1967, 531 p.
- KORNMULLER A.E. — Eine experimentelle anästhesie der ansseren augenmuskeln am mensehen und ihre answirungen, *J.F. Psychol. Neurol.*, 1930, **41**, 351-366.
- LE BOULCH J. — Problèmes techniques, *Revue Education physique et sport*, 1966, no 79, 7-10.
- LE BOULCH J. — *L'Education par le mouvement*, Paris, E.S.F., 1971.
- LE BOULCH J. — *Face au sport : De l'Education physique en France depuis 1945 à la psychocinétique*, Paris, E.S.F., 1977, 236 p.
- LE NY J.F. — *Le conditionnement*, Paris, PUF, 1961.
- LEVY-SCHOEN A. — Le champ d'activité du regard, *Année psychologique*, 1974, **74**, 43-66.
- LISCHMAN J.R., LEE D.N. — The autonomy of visual kinaesthesia, *Perception*, 1973, **2**, 287-294.
- LIU C.N., CHAMBERS W.W. — A study of cerebellar dyskinesia in the bilaterally diafferented forelimbs of the monkey (macaca mulatta and macaca speciosa), *Acta Neurobiol. Exp.*, 1971, **31**, 263-290.
- MASSION J. — Le système pyramidal : données récentes, in HECAEN (H.), JEANNEROD (M.), *du contrôle moteur à l'organisation du geste*, 1978, 31-51.
- MATTHEWS P.B.C. — *Mammalian muscle receptors and their central actions*, London, Arnold, 1972, 610 p.
- MERTON P.A. — Speculations on the servo control of movement - in G.E.W. Wolstencroft (ed), Ciba foundation, *Symposium on the spiral cord*, London, Churchill, 1953, 247-255.
- MERTON P.A. — Absence of conscious position sense in the human eyes, in BENDER (M.B.), *the oculomotor system*, New-York, Harper and row, 1964, 314-320.
- MERTON P.A. — In *Brain Research*, 1974, **71**, 475-478.
- MONTPELLIER G. de — L'apprentissage, in FRAISSE et PIAGET, *Traité de Psychol. Exp.*, PUF, 1964, **4**, 12, 43-114.
- MUCCHIELLI R. — *Les méthodes actives dans la pédagogie des adultes*, Paris, E.S.F., 1972.
- NACSON J., SCHMIDT R.A. — The activity-set hypothesis for warm-up decrement, *J. of motor Behavior*, 1971, **3**, 1, 1-15.
- NEWELL K.M. — Visual flight feedback as a determiner of motor response recognition, *Research quaterly*, 1975 (5), **46**, 2, 235-242.
- OLÉRON G. — Le transfert, in FRAISSE et PIAGET, *Traité de Psychol. Exp.*, PUF, 1964, **4**, 13, 117-173.
- PAILLARD J. — Les déterminants moteurs de l'organisation de l'espace, *cahiers de Psychol.*, 1971, **14**, no 4, 261-316.
- PAILLARD J. — Proprioception et sens musculaire, *extrait des archives italiennes de Biologie*, 1973, tome 3, fasc. 3-4.
- PAILLARD J. — Le traitement des informations spatiales, in *de l'espace corporel à l'espace écologique*, Paris, PUF, 1974, 7-54.
- PAILLARD J. — Tonus, posture et mouvement, in KAYSER Ch., *Physiologie*, tome 2, Paris, Flammarion, 1976 (a), 521-728.

- PAILLARD J. — Réflexions sur l'usage du concept de plasticité en neurobiologie, *J. de Psychol. norm. et pathol.*, 1976 (b) (1-3), 1, 33-47.
- PAILLARD J. — Le codage nerveux des commandes motrices, *Rev. E.E.G. neuro-physiol.*, 1976 (c), 6, 4, 453-472.
- PAILLARD J. — La machine organisée et la machine organisante, Liège, *revue belge de l'Ed. phys.*, 1977, 17, 19-48.
- PAILLARD J. — Système nerveux et fonction d'organisation, in PIAGET, BRONCKART, MOUNOUD, *La psychologie*, encyclopédie la pléiade, Paris, Gallimard, 1978 (sous presse).
- PAILLARD J., BEAUBATON D. — Problèmes posés par le contrôle visuel de la motricité proximale et distale après disconnexion calleuse chez le singe, in *les syndromes de disconnexion calleuse chez l'homme*, Lyon, Schott B., Michel F., 1975, 137-171.
- PAILLARD J., BEAUBATON D. — De la coordination visuo-motrice à l'organisation de la saisie manuelle, in HECAEN et JEANNEROD, *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*, Paris, Masson, 1978, 225-260.
- PARLEBAS P. — *Activités physiques et éducation motrice*, Paris, ed. rev. Education physique et sport, 1976.
- PARLEBAS P. — *La méta communication motrice*, conférence faite à l'INSEP (non publiée), 1978.
- PERENIN et al. — Travaux en cours au laboratoire de neuro-psychoologie exp. de Lyon, sous la direction de JEANNEROD, 1978.
- PIERON H. — *Vocabulaire de la psychologie*, PUF, 1957.
- PIERON H. — *Vocabulaire de la psychologie*, nouvelle édition, PUF, 1973.
- PINON B. — *Le transfert dans les situations d'apprentissage moteur d'après la littérature anglo-saxonne*, mémoire n° 39 pour le diplôme de l'ENSEPS, Paris, Secrétariat d'Etat Jeunesse Sports Loisirs, 1972.
- RIPOLL H. — Etude comparée des coordinations visuo-motrices de préhension et de projection, *Travaux et recherches*, n° spécial sur la souplesse, Paris, INSEP, 1978, 85-91.
- RIVENES R.S., COPLAN C.S. — Concurrent task practice conditions and transfer, *Perceptual and motor skills*, 1972 (6), 34, 3, 941-942.
- ROLL R., BROUCHON-VITON M. — *Rôle des mouvements de la tête dans la coordination visuo-motrice chez l'enfant*, 1976 (sous presse).
- RONDAL J.A. — Intervention of interior language in the regulation of motor behavior and its electromyographic control, *rev. de psychol. et des sc. de l'éd.*, Liège, 1973, 8, 4, 491-501.
- SASAKI K., MATSUDA Y., KAWAGUCHI S., MIZUNO W. — On the cerebello-thalamo-cerebral pathway for the parietal cortex, *Exp. brain. res.*, 1972, 16, 89-103.
- SCANNEL R.J. — Transfer of accuracy training when difficulty is controlled by varying target size, *Res. Quart.*, 1968, 39, 2, 341-350.
- SCHMIDT R.A. — A schema theory of discrete motor-skill learning, *psychol. rev.*, 1975 (7), 82, 4, 225-260.
- SCHMIDT R.A., WRISBERG C.A. — The activity-set hypothesis for warm-up decrement in a movement-speed task, *J. of motor behavior*, 1971, 3, 4, 318-325.
- SHIK M.L., SEVERIN F.V., ORLOVSKY G.N. — Control of walking and running by means of electrical stimulation of the midbrain, *Biofizika*, 1966, 11, 756-765 (English transl.).
- SINGER R.N. — Transfer effects and ultimate success in achery due to degree of difficulty of the initial learning, *Res. Quart.*, 1966, 37, 4, 532-539.

- SKAVENSKI A.A., HADDAD G., STEINMAN R.M. – The extra retinal signal for the visual perception of direction - *Percept. psychophysio.*, 1972, 11, 287-290.
- SYMPOSIUM sur le transfert dans l'Education physique, Macolin, 1975, no spécial revue suisse *Jeunesse et Sport*, 1976, 5.
- TAUB E., BERMAN A.J. in DORSEY HOMEWOOD I11, *the neurophysiology of spatially oriented behavior*, Freedman, 1968, 173-192.
- TAUB E., GOLDBERG I.A., TAUB P. – Deafferentation in monkeys: pointing at a target without visual feedback, *Exp. Neurology*, 1975, 46, 178-186.
- THORNDIKE E.L. – The psychology of learning, in *Educational Psychology (II)*, New-York, Teachers College, Columbia univ., 1913, 452 p.
- THORNDIKE E.L., WOODWORTH R.S. – The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions, *Psych. Review*, 1901.
- TOLMAN E.C. – Theories of learning, in *Moss Comparative Psychology*, New-York, Prentice-Hall, 1934, 367-408.
- TOLMAN E.C. – There is more than one kind of learning, *Psych. Review*, 1949, 56, 144-155.
- UNGERER D. – In *revue belge de l'Education physique*, no spécial sur le transfert, 1973, 13, 4.
- WALLON H. – La maladresse, *Enfance*, 1959, 3-4, 264-276.
- WANDERWOLF. – Limbic diencephalic mechanisms of voluntary movement, *Psychol. review*, 1971, 78, 2, 83-113.
- WEISS W. – In Le transfert dans l'Education physique, symposium de Macolin 1975, revue suisse *Jeunesse et Sports*, 1976, 5, p. 190.
- WRISBERG C.A. – A note on motor learning without post-response knowledge of result, *J. of motor Behavior*, 1975 (9), 7, 3, 221-225.
- WRISBERG C.A., SACMONI A.W., SCHMIDT R.A. – Warm-up effect, in the learning of discrete motor skills, *Acta Psychologica*, 1975 (8), 39, 4, 311-320.
- YACHZEL B.R., LACKNER J.R. – Adaptation to displaced vision: Evidence for transfer of adaptation and long-lasting after-effects, *Perception and Psychophysics*, 1977 (8), 22, 2, 147-151.

Achévé d'imprimer
en juin 1980
sur les Presses de l'Imprimerie
LOUIS-JEAN à Gap (05)
Dépôt légal 388-1980

